Ano 2020

MAÍCES DE LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR Y CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN BRASIL Y URUGUAY

Natália Carolina de Almeida Silva
Flaviane Malaquias Costa
Rafael Vidal
Elizabeth Ann Veasey
(Organizadores)

Ano 2020

MAÍCES DE LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR Y CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN BRASIL Y URUGUAY

Natália Carolina de Almeida Silva
Flaviane Malaquias Costa
Rafael Vidal
Elizabeth Ann Veasey
(Organizadores)

Editora Chefe
Prof[a] Dr[a] Antonella Carvalho de Oliveira
Assistentes Editoriais
Natalia Oliveira
Bruno Oliveira
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto Gráfico e Diagramação
Natália Sandrini de Azevedo
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Maria Alice Pinheiro
Imagens da Capa
Shutterstock
Edição de Arte
Luiza Alves Batista
Revisão
Os Autores

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Ciências Agrárias

Ano 2020

Atena
Editora
Ano 2020

Atena
Editora
Ano 2020

Atena
Editora
Ano 2020

Maíces de las tierras sajas de américa del sur y conservación de la agrobiodiversidad en Brasil y Uruguay

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Natália Carolina de Almeida Silva
Flaviane Malaquias Costa
Rafael Vidal
Elizabeth Ann Veasey

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

M217 Maíces de las tierras sajas de américa del sur y conservación de la agrobiodiversidad en Brasil y Uruguay / Organizadores Natália Carolina de Almeida Silva, Flaviane Malaquias Costa, Rafael Vidal, Elizabeth Ann Veasey. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-5706-694-2
DOI 10.22533/at.ed.942201712

1. Agricultura familiar. 2. Agroecología. 3. Caracterización de germoplasma. 4. Conservación in situ-on farm. 5. Diversidad genética. 6. Domesticación. 7. Metodologías participativas. 8. Microcentros de diversidad. 9. Variedades criollas. 10. Recursos genéticos. 11. Razas de maíz. 12. Zea mays ssp. mays. I. Silva, Natália Carolina de Almeida (Organizadora). II. Costa, Flaviane Malaquias (Organizadora). III. Vidal, Rafael (Organizador). IV. Título.
CDD 338.1

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

Ano 2020

Ciências Agrárias

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos.

EQUIPO DEL PROYECTO «RAZAS DE MAÍZ DE LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR: AMPLIANDO EL CONOCIMIENTO SOBRE LA DIVERSIDAD DE VARIEDADES CRIOLLAS DE BRASIL Y URUGUAY»

PROFESORES COORDINADORES DEL PROYECTO

Elizabeth Ann Veasey – Esalq/USP (Brasil)

Rafael Vidal – Fagro/Udelar (Uruguay)

INVESTIGADORES RESPONSABLES

Natália Carolina de Almeida Silva

Flaviane Malaquias Costa

Rafael Vidal

Elizabeth Ann Veasey

INVESTIGADORES, ARTICULADORES LOCALES Y COLABORADORES

Adrían Cabrera
Alda Rodriguez
Albino Batista Gomes
Amauri Siviero
Ana Luíza Melgaço
Belen Morales
Betina Porta
Charles Roland Clement
Emanoel Dias
Fábio Freitas
Fabrício Fuzzer de Andrade
Gabriel Fernandes Bianconi
Gastón Olano
Giovane Vielmo
Gilson de Carvalho
Guillermo Galván
Iana Samarillo
Irene Maria Cardoso
Jarcira de Oliveira Silva
Julia Medina Nascimento
Josy de Oliveira Pinheiro
Letícia Marion Fagundes da Silva
Lia Rejane Silveira Reiniger
Lilian Alessandra Rodrigues
Lis Pereira Soares
Magdalena Vaio
Maiara Cristina Hoppe
Marcelo Fossati
Marcos Cella
Mariana Vilaró
Mariano Beltrán
Marilín Banchero
Marlove Muniz
Marta Hoffmann
Mateo Favaro
Mercedes Rivas
Milla Dantas de Oliveira
Moacir Haverroth
Nicolas Davila
Paola Bianchini Cortez
Pauline Hélène Cécile Marie Cuenin
Rubana Palhares
Ruben Cruz
Sara Pereira
Sarah Lucas Rodrigues
Silvana Machado
Simone Maulaz Elteto
Soledad Piazze
Tacuabé Gozaléz
Valentina Rodriguez
Valquíria Garrote
Victoria García da Rosa
Viviane Camejo
Zefa Valdivinia Pereira
Yolanda Maulaz Elteto

Este libro está dedicado a todas las personas, instituciones y organizaciones comprometidas con la conservación de la agrobiodiversidad, que luchan diariamente para dar visibilidad, voz y mejores condiciones de vida a mujeres y hombres que ejercen el valioso trabajo de guardianes de la biodiversidad.

¡Un viva a todos los agricultores familiares, tradicionales, colonos de la reforma agraria, indígenas, quilombolas y ribereños de las Tierras Bajas de América del Sur!

AGRADECIMIENTOS

En busca de respuestas a nuestras preguntas, nos dispersamos, al igual que el maíz, por los campos y bosques de este continente. Conocimos diferentes personas, aventuramos en los saberes y probamos sabores peculiares. En los biomas pampa y bosque atlántico (*Mata Atlântica*), vimos la fuerza de los guardianes de la agrobiodiversidad. En el cerrado, las semillas, con toda belleza, mostraron su fuerza y resistencia. En la Amazonía, encontramos un maíz raro y nos sorprendió la creatividad de los nativos para disfrutar de sus múltiples usos. En la caatinga, en busca de semillas de maíz, descubrimos que también hay semillas humanas y vimos que es el semiárido que la vida late. Al final de este trabajo, podemos decir que las respuestas que encontramos se han multiplicado en nuevas preguntas. Y de esta manera, la ciencia avanza, trayendo luz a lo desconocido e inspirando nuevas cuestiones. Las preguntas siempre han alimentado a la ciencia, así como las semillas han alimentado a la humanidad. Esta investigación solo fue posible debido a la unión de múltiples esfuerzos. De esta manera, expresamos nuestro sincero agradecimiento a todos los involucrados.

Expresamos nuestro respeto y gratitud a la familia y los agricultores familiares e indígenas que participaron en la investigación, por toda su colaboración con el proyecto y por el importante papel que desempeñan en la conservación de la agrobiodiversidad.

Agradecemos al Laboratorio de Genética Ecológica de Plantas, el *Departamento de Genética de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz* de la Universidad de São Paulo (Esalq-USP, Brasil), y el Laboratorio de Fitotecnia de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (Fagro-Udelar, Uruguay), por el apoyo institucional, la infraestructura, los materiales y los funcionarios que apuntalaron el desarrollo de la investigación.

A la Red de Investigación Colaborativa del Grupo Interdisciplinario de Estudios en Agrobiodiversidad (InterABio), por la movilización de los agricultores y toda la colaboración para que la investigación se llevara a cabo en las diferentes regiones involucradas en el proyecto.

A la *Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural* (EMATER), *Associação dos Guardiões das Sementes Crioulas* de Ibarama-RS, *Guardiões Mirins*, *Prefeitura Municipal* de Ibarama/RS y *Universidade Federal de Santa Maria* (UFSM), por apoyar el proyecto en el estado de Rio Grande do Sul.

A la Universidad Federal da Grande Dourados (UFGD), Universidad Estadual de Maringá (UEM) y al Banco Comunitario de Semillas Lucinda Moreti, por apoyar la investigación en el estado Mato Grosso do Sul.

A la Universidad Federal de Viçosa (UFV), Parroquia de Divino, Centro de Tecnologías Alternativas (CTA) y *Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais na Agricultura Familiar*, por apoyar el proyecto en el estado de Minas Gerais.

A la *Rede de Intercâmbios de Tecnologias Alternativas*, ASPTA - *Agricultura Familiar e Agroecologia*, la Red Semillas da Paixão, *Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária* (EMBRAPA) *Semi-Árido*, por apoyar el proyecto en el estado de la Paraíba.

Al *Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia* (INPA), *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade* (ICMBIO) y *Reserva Agroextrativista* Rio Ouro Preto (RESEX), por apoyar el proyecto en el estado de Rondonia.

A la *Comissão Pró-Índio* (CPI-Acre), *Associação do Movimento dos Agente Agroflorestais Indígenas do Acre* (AMAAIAC) y EMBRAPA Acre, por apoyar el proyecto en el estado del Acre.

A la Universidad de la República (Udelar), el Centro Regional del Este (CURE) y la Red de Semillas Nativas y Criollas de Uruguay, por apoyar el proyecto en los departamentos de Rocha y Treinta y Tres.

Al Centro Universitario de Tacuarembó (Udelar/CUT), Centro Universitario de Rivera (Udelar/CUR) y Bio-Uruguay, por apoyar el proyecto en los departamentos de Tacuarembó y Rivera.

A la Sociedad de Fomento de Tala (SFT) por apoyar el proyecto en Tala, departamento de Canelones.

A la investigadora Iris Satie Hayashi Shimano de la Esalq-USP, por la contribución en los análisis estadísticos; y al investigador Juan Burgueño, del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), por la discusión sobre los análisis estadísticos realizados en la investigación.

A José Rafael Perez por su generosidad en la revisión del texto.

A la *Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo* (FAPESP-Brasil), el *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico* (CNPq-Brasil) y la Comisión Sectorial de Investigación Científica (CSIC-Uruguay), por el apoyo presupuestal a la investigación.

PRESENTACIÓN

Sou apenas a fartura generosa e despreocupada dos paióis. [...] Sou o milho.

Cora Coralina

Como o milho duro, que vira pipoca macia, só mudamos para melhor quando passamos pelo fogo: as provações da vida.

Rubem Alves

Por fim treze deuses sagrados encontram a solução, do milho então são criados, os seres humanos de então.

Ana Abel

Este libro es una invitación a navegar por los caminos recorridos por el maíz en las Tierra Bajas de América del Sur en la antigüedad y la actualidad. En este viaje, interactuaremos con los pueblos indígenas, hablaremos con los agricultores, aprenderemos sobre la investigación genética y lingüística, y sobre cómo este cultivo está estrechamente relacionado con la historia humana en el continente americano. Se sabe que, en sus muchas variedades, el maíz ha sido el alimento básico no solo de los pueblos andinos, desde tiempos inmemoriales, sino también de los pueblos de la Amazonía, la Caatinga, el Cerrado, el Bosque Atlántico, el Pantanal y la Pampa brasileña y uruguaya.

Transformado en poesía por Cora Coralina, en filosofía por Rubem Alves, quien compara la maduración humana con la transfiguración del maíz pisingallo (*popcorn*) en una «flor blanca y suave», y considerado alimento sagrado por el Candomblé, el maíz nos alimenta y también alimenta a nuestros animales, se convierte en una muñeca de juguete para los niños, lleva los depósitos de abundancia, y promueve celebraciones de agradecimiento, especialmente en el mes de junio, época de la cosecha. ¡El maíz es pura bendición!

En América Central y también en las Tierras Altas de América del Sur, el maíz tiene muchos registros relacionados con la historia, los mitos y ritos. De los muchos que tuve la oportunidad de conocer, destaco el mito de la creación de humanos a partir del maíz, que se encuentra en la tradición del pueblo maya, cuyos dioses habrían tratado previamente de humanizar la arcilla y la madera, sin éxito, como en

el poema de Ana Abel.

La gran diferencia del viaje que haremos al leer este libro será conocer la historia del maíz y cómo se dispersó desde la Amazonía hasta llegar a Uruguay. Las poblaciones precolombinas que vivían en esta región de las Américas fueron muy espléndidas en la construcción de carreteras y el maíz, acompañando a los humanos, llegó y se pudo encontrar ampliamente en los principales biomas de América del Sur.

La agrobiodiversidad también está representada en este libro, que renueva conceptos científicamente consolidados sobre las razas de maíz, presenta la conservación en los sistemas agrícolas tradicionales, incluye semillas criollas y la diversidad de nuestro principal cultivo nativo: la mandioca. Para promover el diálogo de estos conceptos con el conocimiento de los pueblos indígenas y los agricultores que manejan esta diversidad cada temporada, estudios etnobotánicos en todos los biomas enriquecen el conocimiento aquí presentado.

El libro finaliza con experiencias inspiradoras para el manejo de la agrobiodiversidad. Conoceremos la creatividad y la pasión involucradas en los trabajos que expanden y conservan la diversidad genética, que actualmente están llevando a cabo los pueblos indígenas, las comunidades tradicionales y los agricultores familiares.

Aquí usted aprenderá, se inspirará y viajará… sírvase el *pop* (que también en este libro usted conocerá mejor) y siga con nosotros en estos caminos renovadores.

Dr.ª Patrícia Bustamante – Embrapa Alimentos e Territórios

PREFACIO

La agrobiodiversidad puede ser definida como la parte de la biodiversidad destinada a la alimentación y la agricultura, y se organiza en cuatro niveles: diversidad dentro de especies o intraespecífica, como las variedades criollas; diversidad entre especies; diversidad de agroecosistemas, y diversidad cultural, que incluye la variabilidad de los sistemas de pensamiento, lenguas, conocimientos, prácticas, tradiciones, costumbres, creencias religiosas, tipos de alimentos, usos de bienes naturales, técnicas y tecnologías que crean la humanidad. En otras palabras, la agrobiodiversidad es el resultado del proceso coevolutivo de la domesticación de plantas, animales y paisajes llevada a cabo por diferentes pueblos, en diferentes momentos y lugares.

En este contexto, la obra *Maíces de las Tierras Bajas de América del Sur y Conservación de la Agrobiodiversidad en Brasil y Uruguay* fue diseñada con el objetivo de difundir los resultados del Proyecto *Razas de Maíz de las Tierras Bajas de América del Sur: ampliando el conocimiento sobre la diversidad de variedades criollas de Brasil y del Uruguay*, desarrollado durante casi cuatro años de trabajo. El proyecto fue el resultado de un esfuerzo colectivo entre organizaciones, entidades, agricultores familiares, universidades y la Red de Investigación Colaborativa del Grupo Interdisciplinario de Estudios en Agrobiodiversidad (InterABio), para investigar la diversidad de maíz conservado in situ*/on -farm* en los diferentes biomas y regiones de Brasil y Uruguay, así como las estrategias para la conservación, el uso y la gestión de la agrobiodiversidad.

El libro abarca 17 capítulos distribuidos en tres partes: parte I: «Maíz: la planta emblemática del Continente Americano»; parte II: «Distribución y diversidad de maíz de Brasil y Uruguay», y parte III: «Experiencias de conservación, manejo y uso de la agrobiodiversidad».

En la parte I se discutieron los aspectos históricos de la evolución y la domesticación del maíz, su dispersión a través de las migraciones humanas y la diversificación de la especie en diferentes razas y variedades criollas; mostrando cómo se convirtió en el cereal emblemático de los pueblos del continente americano. Basado en una revisión de estudios científicos y la recopilación de información de diferentes áreas del conocimiento, tales como antropología, arqueología, lingüística y genética, el capítulo 1 aborda las siguientes preguntas: dónde, cómo y cuándo se domesticó el maíz, y las posibles rutas de dispersión a las Tierras Bajas de América del Sur.

La domesticación del maíz tuvo lugar a partir de un proceso coevolutivo entre la especie cultivada, los sistemas agrícolas y la selección humana, lo que

permitió la diversificación en diferentes razas, expandiendo su variabilidad genética, y resultando en la formación de centros secundarios de diversidad en todo el continente americano. En este contexto, el capítulo 2 presenta una breve historia de la clasificación de las razas de maíz en las Américas, la evolución del concepto de *raza* y la diversidad de las especies catalogadas en Brasil y Uruguay hasta el siglo XX. La memoria de los estudios se compila en una serie de documentos sobre las razas de maíz, elaborados para cada país, que en conjunto suman más de 300 razas descritas para las Américas, lo que constituye la base del conocimiento sobre la diversidad del maíz desde su centro de origen a las partes más australes del continente. Finalmente, el capítulo 3 presenta como tema central una visión de la diversidad genética de las colecciones ex situ de maíz en el Cono Sur.

La parte II presenta el *Proyecto de Razas de Maíz de las Tierras Bajas de América del Sur*: dónde se llevó a cabo, cómo se desarrolló y los principales resultados. El capítulo 4 detalla la metodología desarrollada en el ámbito del proyecto, contemplando las etapas de implementación, los materiales, los métodos, las herramientas y los principales resultados relacionados con el relevamiento etnobotánico, la colecta de variedades criollas y la caracterización fenotípica de espigas y granos. El capítulo 5 describe la metodología para la clasificación de razas de maíz, así como las razas actualmente identificadas y mantenidas por agricultoras y agricultores de Brasil y Uruguay. Finalmente, el capítulo 6 presenta la metodología para identificar microcentros de diversidad, los criterios que se utilizaron para indicar y reconocer regiones como áreas prioritarias para la conservación de la diversidad genética del maíz.

La parte III está dedicada a las experiencias de la Red de Investigación Colaborativa que actuó en la ejecución del Proyecto, relacionadas con la conservación, el manejo y el uso de la agrobiodiversidad en Brasil y Uruguay, que incluyen maíz, pero van mucho más allá de la conservación de esta especie. Los capítulos publicados revelan las estrategias de cada región, de las organizaciones locales y de los agricultores para superar los desafíos que rodean la conservación de los recursos genéticos, y promover el fortalecimiento y el empoderamiento de los agricultores en el manejo de la agrobiodiversidad. Los temas cubiertos revelan la diversidad y la naturaleza de las experiencias, los puntos de convergencia y sus particularidades, organizados en diez capítulos.

En el contexto del bioma Pampa, los primeros tres capítulos están dedicados a experiencias en el territorio uruguayo, el primero (capítulo 7) presenta la experiencia de la Red de Semilla Criolla y Nativa, su proceso de organización, actividades con los agricultores y el impacto en la formulación de políticas públicas, como el Plan Nacional de Agroecología de Uruguay. El segundo (capítulo 8) trae la experiencia rescate del maíz pisingallo bajo el Programa Huertas en Centros Educativos,

basado en acciones pedagógicas integradas que involucran a niños de escuelas públicas, que van desde la siembra, la selección, la evaluación y la conservación, hasta la incorporación de maíz pisingallo en la merienda escolar. Finalmente, el capítulo 9 presenta una caracterización de las variedades criollas maíz pisingallo y su evaluación gastronómica con diferentes públicos en reuniones científicas y de agroecología, como una estrategia para la revalorización de las variedades criollas.

En el ecotono Pampa-Bosque Atlántico, el capítulo 10 presenta la experiencia de la Associação dos Guardiões das Semillas Crioulas de Ibarama, Rio Grande do Sul, se muestran las debilidades y las potencialidades que los guardianes tienen como grupo organizado, ya sea en sus procesos de gestión, en sociedad con otras instituciones o en la valoración del trabajo de las mujeres guardianas. En el bioma Bosque Atlántico, el capítulo 11 explora cómo la estrategia denominada Intercambios Agroecológicos y los intercambios de semillas promueven la conservación de las variedades criollas, permitiendo además el diálogo entre los agricultores, la libre circulación del germoplasma local, así como el intercambio y la construcción de conocimientos sobre las semillas, su manejo y los usos en la región de la *zona da mata* de Minas Gerais.

Yendo hacia al Cerrado, considerado el bioma de contacto con prácticamente todos los demás biomas (con la excepción del Pampa), el capítulo 12 aborda las diferencias en el manejo de la diversidad genética del maíz que realizan los agricultores familiares de la reforma agraria y las comunidades indígenas guaraní-kaiowá, siendo «la semilla el principio y el fin de este camino». En la Caatinga, un bioma genuinamente brasileño, se presentan experiencias de convivencia con el semiárido. La primera, discutida en el capítulo 13, trae la experiencia de la red de guardianes de las semillas *da paixão* (semillas de la pasión) de Agreste de la Paraíba, destacando la diversidad manejada en los Bancos Comunitarios de Semillas, la *Festa Estadual das Sementes da Paixão* y las estrategias de oposición al maíz transgénico.

El capítulo 14 cuenta la historia de la Comunidad Ouricuri, ubicada en Uauá, Bahía, en la gestión del territorio y de la agrobiodiversidad en el sistema agrícola tradicional llamado *Fundo de Pasto,* que articula el uso de áreas individuales y áreas de uso colectivo para la ganadería, la agricultura y el extractivismo.

Al llegar al bioma amazónico, el capítulo 15 aborda la diversidad de la mandioca, la dificultad de la nomenclatura de las variedades y la investigación llevada a cabo por Embrapa Acre con respecto a la caracterización, la evaluación, la conservación y el mejoramiento genético de la especie. El capítulo 16 describe la importancia del curso de capacitación de Agentes Agroforestales Indígenas, promovido por la *Comissão Pró-Índio do Acre* y regido por el principio de la educación intercultural en la gestión territorial y ambiental, la protección de las tierras indígenas

y sus alrededores, el uso y la conservación de recursos naturales y agroforestales, especialmente de las *palheiras* (palmeras).

Finalmente, el capítulo 17 reflexiona sobre cómo las mediaciones sociales, a partir del análisis de dos estudios de caso, fomentan y promueven procesos organizativos, movilización social y acceso a proyectos y políticas públicas por parte de los agricultores y sus organizaciones, para la conservación, el manejo y el uso de la agrobiodiversidad.

De esta manera, este trabajo tiene como objetivo alcanzar diferentes perfiles de lectores, como estudiantes y profesores de la comunidad académica, investigadores, técnicos, extensionistas, agricultores familiares e indígenas, y así generar un mayor impacto social. Además, puede usarse como referencia metodológica y colaborar en la capacitación de recursos humanos para la conservación de la agrobiodiversidad, la valoración de variedades criollas, la clasificación de razas de maíz y la identificación de microcentros de diversidad de maíz y otras especies.

Esperamos que el libro sea de su agrado, como lo fue para nosotros este viaje lleno de encuentros, aprendizajes y descubrimientos.

¡Buena lectura!

ÍNDICE

PARTE I - Maíz: la planta emblemática del continente americano

CAPÍTULO 1

ORIGEN, DOMESTICACIÓN Y DISPERSIÓN DEL MAÍZ EN LAS AMÉRICAS

Aceptado: 03/11/2020

Flaviane Malaquias Costa
Ingeniera agrónoma
Máster en Recursos Genéticos Vegetales
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 5977815050673863

Natália Carolina de Almeida Silva
Ingeniera agrónoma
Doctora en Recursos Genéticos Vegetales
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada en la Universidad Tecnológica del Uruguay
Durazno, Uruguay
ID Lattes: 9960873114239453

Rafael Vidal
Ingeniero agrónomo
Doctor en Recursos Genéticos Vegetales
Investigador del Grupo InterABio y del Laboratorio de Fitotecnia del Departamento de Biología Vegetal
Profesor adjunto de la Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica
Montevideo, Uruguay
https://orcid.org/0000-0001-6162-6355

Elizabeth Ann Veasey
Ingeniera agrónoma
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 8454553859685834

Estudio realizado como parte de la tesis doctoral titulada «Patrones de dispersión y conservación de la diversidad genética del maíz en las tierras bajas de América del Sur». Departamento de Genética, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). Piracicaba, São Paulo, Brasil

¿EL SER HUMANO DOMESTICÓ EL MAÍZ O EL MAÍZ DOMESTICÓ AL SER HUMANO? EL CEREAL DE LAS AMÉRICAS Y SU IMPORTANCIA PARA LOS PUEBLOS

Los cultivos de plantas son artefactos hechos y moldeados por humanos, como una maceta de arcilla o una punta de flecha. Sin embargo, el ser humano se volvió tan dependiente de las plantas que cultiva, que las plantas lo domesticaron a él mismo. (Harlan, 1992; Diamond, 1997; Harari, 2014). Esta reflexión nos hace formular la siguiente pregunta: «¿El ser humano ha domesticado a las plantas o las plantas domesticaron al ser humano?».

La especie humana se considera dominante en el planeta porque ha aprendido a domesticar el fuego, los paisajes, las plantas, los animales y los microorganismos. El surgimiento de las diferentes agriculturas como parte de la evolución humana es resultado de procesos asociados a la domesticación del paisaje y las plantas. La domesticación permitió a los seres

humanos la posibilidad de seleccionar plantas y cultivarlas para su propio consumo y beneficio. Este proceso fue decisivo para cambiar el comportamiento humano, permitió el surgimiento de civilizaciones, el crecimiento de la población y la división de tareas características de las sociedades complejas (Clement y otros, 2007).

La domesticación y el origen de la agricultura son considerados procesos coevolutivos dentro de los cuales las especies se han vuelto dependientes del manejo humano, y, por otro lado, el desarrollo de las sociedades humanas se ha vuelto dependiente de las especies domesticadas y la agricultura. Las poblaciones de plantas crecieron en número y, en consecuencia, proporcionaron el crecimiento de las poblaciones humanas. Las sociedades humanas son tan dependientes de las especies de plantas cultivadas y los animales domesticados que la eliminación de ellos causaría la muerte de la mayoría de la población actual, dejando solo a aquellos grupos étnicos que no han desarrollado esta dependencia en la producción de alimentos (Clement y otros, 2009).

El caso de la domesticación del maíz retrata un evento dentro del que distintas civilizaciones y pueblos americanos, como los mayas, aztecas, incas, arahuacas, tupís y guaraníes, se volvieron lo suficientemente dependientes del cultivo para desarrollarse, así como el maíz se convirtió totalmente dependiente de los seres humanos para sobrevivir (Kato y otros, 2009), siendo una de las especies cultivadas con mayor grado de domesticación. Obviamente, esta condición no se limita al maíz. La relación entre el maíz y las sociedades humanas presenta un ejemplo clásico del éxito de una relación coevolutiva y codependiente entre humanos y plantas domesticadas. Podemos afirmar que el maíz es la especie emblemática del continente americano que permitió la conexión entre diferentes pueblos, y promovió el desarrollo y el apoyo de estas civilizaciones a lo largo del tiempo. El cultivo del maíz constituye la base alimenticia en varios países desarrollados y en desarrollo. La especie tiene una gran importancia económica y sociocultural, siendo uno de los cereales más producidos en todo el mundo. Las áreas de cultivo se encuentran entre las más grandes y se distribuyen en diferentes regiones de América y otros continentes (USDA, 2018), lo que significa que en el mundo ¡hay más individuos de maíz que la especie humana!

La versatilidad de los usos permite que la especie atienda desde las necesidades básicas de los alimentos, siendo considerado básico para la seguridad alimentaria en muchos países, hasta la producción de productos procesados en el ámbito comercial e industrial. Las diversas formas de uso del maíz implican la producción de harina, hojuelas o copos de maíz, almidón de maíz, jarabe, etanol, aceite vegetal, plástico, tela y cerveza. El maíz es un ingrediente importante en la cocina del continente americano que está presente en la vida cotidiana de la población debido a la preparación y el consumo de tortas, panes, pasteles, canjica, cremas, *pop*

(palomitas), choclo cocido, polentas, gachas, angú, munguzá, cuscús y sopas.

El cereal se expresa como un elemento cultural, en diferentes contextos alimentarios, dentro del que existen formas distintas y peculiares para su preparación como alimento, según la región. Dentro del alcance de la antropología alimentaria, la comida es una expresión cultural cuando es *producida*, porque los seres humanos no usan solo lo que encuentran en la naturaleza, sino que son capaces de crear su propia comida. La comida es cultura cuando es *preparada*, porque, una vez que se adquieren los productos básicos de los alimentos, el ser humano los *transforma* mediante el uso del fuego y una tecnología elaborada que se expresa en las prácticas y costumbres de la cocina. La comida es cultura cuando es *consumida,* porque las poblaciones humanas *eligen* su propia comida con criterios vinculados a las dimensiones económicas, culturales y nutricionales, así como sus preferencias individuales y colectivas y gustos diversos (Montanari, 2008). A través de tales rutas, el maíz se presenta como un elemento de identidad humana asociado con diferentes contextos regionales, históricos y culturales.

La especie también tiene potencial para uso medicinal debido a la presencia de carotenoides llamados luteína y zeaxantina, que son beneficiosos para la salud humana y actúan en la prevención de enfermedades. La investigación científica ha identificado un alto contenido de estos carotenoides y antocianinas en harinas, granos y estigmas (pelo de maíz) en variedades criollas de maíz en Santa Catarina, sur de Brasil (Kuhnen y otros, 2009, 2010ab, 2011, 2012). Estudios científicos como estos agregan valor a las variedades criollas de maíz, que de esta manera están indicadas para el consumo de alimentos funcionales.

Una variedad local corresponde a una población dinámica de una especie cultivada que tiene un origen histórico, una identidad distinta y no ha experimentado el proceso de mejoramiento genético formal, siendo muchas veces genéticamente diversa, adaptada localmente y asociada con un agroecosistema familiar (Zeven, 1998; Camacho Villa y otros, 2006). Las variedades locales son elementos clave en el desarrollo sostenible de los sistemas agrícolas y se utilizan muchos términos para referirse a ellas. Los términos más utilizados son variedades criollas, variedades tradicionales, etnovariedades o *landraces.* Como referencia en este trabajo, el término variedad local se usará indistintamente en relación con los otros términos, refiriéndose a las variedades manejadas y reproducidas por agricultores familiares (Costa y otros, 2017) que involucran a comunidades tradicionales, indígenas, quilombolas y ribereñas, así como agricultores de diferentes perfiles que practican la agricultura familiar.

El cultivo del maíz atribuye valores sociales y culturales a la agricultura familiar. A nivel social, una gran cantidad de agricultores dependen del maíz para garantizar el sustento de la familia, y la producción está destinada principalmente al

autoconsumo de la propiedad familiar, tanto para el consumo humano en el primer nivel, como para la alimentación animal, como se diagnosticó en una investigación realizada en Santa Catarina, Brasil (Silva, 2015; Costa y otros, 2017).

La producción de maíz promueve la realización de reuniones entre agricultores y actividades socioculturales colectivas, tales como: i) articulación y colaboración comunitaria entre los agricultores para la producción, la gestión, la cosecha y la conservación del maíz; ii) movilización de personas, historias y procesos de rescate, uso y conservación de variedades criollas; iii) articulación de ferias de intercambio de semillas; iv) articulación entre artesanos y artesanas para la producción de artesanías hechas con paja de maíz; v) fiestas gastronómicas de platos preparados con maíz; vi) fiestas juninas, dado que en Brasil el maíz está presente en la preparación de diferentes platos, y vii) rituales y ceremonias religiosas, especialmente en comunidades indígenas.

La agricultura familiar puede fortalecerse mediante estrategias que agreguen valor a la producción de variedades locales de maíz, así como a través de la identificación de nuevos nichos de mercado que incorporen estas variedades en diferentes canales de comercialización. Estas medidas pueden promover la inclusión y el aprecio de los agricultores familiares en el mercado, además de fomentar la conservación de la agrobiodiversidad. Las variedades están estrechamente vinculadas con la agricultura familiar, fortalecen la autonomía del agricultor y contribuyen para la construcción de sistemas de producción de alimentos más sostenibles. El maíz, también consagrado como el «Cereal de las Américas», representa una cultura milenaria que todavía se establece como la base para la comida de muchos pueblos de este continente.

ORIGEN Y DOMESTICACIÓN DEL MAÍZ EN LAS AMÉRICAS: ¿CUÁNDO Y DÓNDE?

La domesticación de las plantas es un proceso evolutivo dentro del cual la selección realizada por los humanos en las poblaciones de plantas produce cambios en las frecuencias alélicas de las poblaciones, haciéndolas más útiles para los humanos y mejor adaptadas a sus intervenciones en el medio ambiente (Clement, 1999). Una de las características más observadas en las plantas domesticadas es la gran variabilidad fenotípica. El maíz es un ejemplo clásico de una especie con muchas poblaciones domesticadas.

El maíz pertenece a la familia *Poaceae.* El género *Zea* está compuesto por cinco especies nativas de México y América Central que incluyen el maíz y sus parientes silvestres: *Z. mays*, *Z. diploperennis*, *Z. perennis*, *Z. luxurians* y *Z. nicaraguensis.* Los parientes silvestres del maíz pueden llamarse teosinto o teosinte. La especie *Z. mays* comprende cuatro subespecies diploides y anuales: *Zea mays* L.

ssp. mays, que corresponde al maíz propiamente dicho; *Zea mays* L. *ssp. parviglumis* (en adelante *parviglumis*) y *Zea mays* L. *ssp. mexicana* (en adelante *mexicana)*, ambas nativas de México; y *Zea mays* L. *ssp. huehuetenangensis*, teosinto endémico de Guatemala (Doebley y Iltis, 1980; Doebley, 1990). Las subespecies *parviglumis* y *mexicana,* actualmente, ocupan nichos ecológicos distintos: *mexicana* se adapta a las regiones más secas y frías del norte y centro de México (entre 1.700 y 2.600 metros), mientras que *parviglumis* se adapta a las regiones más cálidas del suroeste de México (400 a 1.800 metros de altitud) (Fukunaga y otros, 2005). Estos teosintos son geográficamente distintos, excepto en el este del río Balsas (Suroeste de México), donde se ha identificado evidencia de flujo recurrente de genes entre las dos subespecies. Esta región puede considerarse una zona de hibridación o representar el conjunto de genes de los que tanto *parviglumis* como *mexicana* se diferenciaron (Fukunaga y otros, 2005), con implicaciones directas en el origen y la domesticación del maíz.

Las hipótesis sobre el origen y la domesticación del maíz se han debatido desde finales del siglo XIX. Diferentes teorías proponen explicar cómo y cuándo ocurrió la domesticación de la especie. La teoría unicéntrica sostiene que el maíz fue domesticado de poblaciones de *parviglumis* desde un solo evento de domesticación, y que tal evento ocurrió en la cuenca del río Balsas, aproximadamente 9.000 años antes del presente (AP) (Matsuoka y otros, 2002).

Por otro lado, debido a la increíble diversidad presente en el maíz, la teoría multicéntrica llevó a suponer que ocurrieron múltiples eventos de domesticación de diferentes poblaciones de teosinte, con la indicación de cinco centros de origen-domesticación y cuatro centros primarios de diversificación, todos ubicados en México y Guatemala (Kato y otros, 2009). La teoría multicéntrica fue defendida debido a la correlación particular entre los nodos cromosómicos de las poblaciones de teosinte y diferentes complejos raciales de maíz y las regiones geográficas en las que se encuentran (Kato, 2005). Diamond (1997) consideró anteriormente que los eventos de domesticación múltiple son comunes en las Américas, mientras que los eventos únicos fueron más frecuentes en el viejo mundo.

La teoría unicéntrica ha sido ampliamente concebida por la comunidad científica en los últimos años debido a las evidencias genéticas (Matsuoka y otros, 2002; Vigouroux y otros, 2008; van Heerwaarden y otros, 2011), arqueológicas (Piperno y otros, 2009), y porque la distribución endémica del progenitor *parviglumis* se encuentra en la región del río Balsas (Fukunaga y otros, 2005). Sin embargo, la discusión sobre la domesticación del maíz ha sido reavivada por nueva evidencia que revela una historia compleja de domesticación de la especie. Kistler y otros (2018) sugieren que, en el suroeste de la Amazonía, el maíz pasó por un proceso de domesticación parcial, ya que la especie llegó a esta región semidomesticada,

y desarrolló y arregló alelos en esta ubicación. A esta región se le ha asignado el término centro secundario de mejoramiento de maíz (Figura 1.1) (Kistler y otros, 2018).
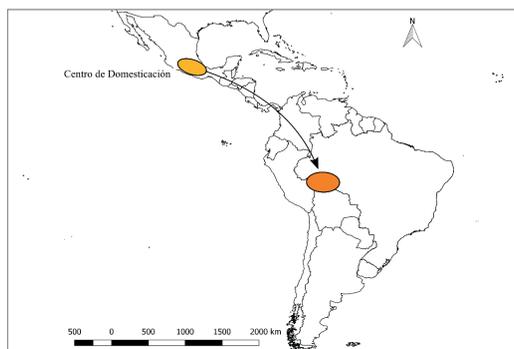
Figura 1.1. Centro de domesticación en México y centro secundario de mejoramiento de maíz en América del Sur, basado en el modelo de Kistler y otros (2018).

Esta imagen fue creada usando el *software* QGIS (http://qgisbrasil.org).

Según la teoría estratificada del maíz (Kistler y otros, 2018), la especie evolucionó desde poblaciones de *parviglumis,* en México, hace ~9.000 años AP, cruzó América Central hace 7.500 años AP (Piperno y otros, 1985), y se dispersó por las tierras bajas de América del Sur hace ~6.500 años (Bush, 1989; Brugger y otros, 2016). Los análisis genómicos realizados por Kistler y otros (2018) demostraron que las poblaciones de maíz revelaron asimetría en la ascendencia con *parviglumis,* lo que refuerza la teoría de que las poblaciones ancestrales de maíz sudamericano se dispersaron de México en un estado parcialmente domesticado, quedando aisladas del *pool* génico de las poblaciones silvestres de México antes de la fijación del síndrome de domesticación. Por lo tanto, las poblaciones estructuradas de maíz con síndrome de domesticación estable han evolucionado en América del Sur a partir de poblaciones ancestrales parcialmente domesticadas de México (Klister y otros, 2018). La Figura 1.2 presenta un esquema comparativo de los modelos de domesticación simple (i) y estratificada (ii) de maíz, propuesto por Kistler y otros (2018).

Análisis genéticos en locus involucrados en la domesticación se llevaron a cabo en dos genomas arqueológicos de maíz de la región del Valle de Tehuacán, en México. Los resultados demostraron un estado de domesticación parcial de las muestras, que databan de ~5.300 años AP (Ramos-Madrigal y otros, 2016; Vallebueno-Estrada y otros, 2016). Esta evidencia corrobora las hipótesis de Klistler y otros (2018), dado que los registros arqueológicos demuestran que el maíz había llegado a Sudamérica al menos ~7.150 años AP, en Ecuador (Stothert, 1985; Pearsall

y Piperno, 1990), ~6.700 años AP en Perú (Grobman y otros, 2012), y ~6.500 años AP (Brugger y otros, 2016) en la región de las tierras bajas amazónicas de Bolivia.

Con base en evidencias genómicas, lingüísticas, arqueológicas y paleontológicas, la región del suroeste de la Amazonía fue indicada como un probable centro de mejoramiento secundario del maíz en América del Sur, dentro del que ocurrió un proceso de domesticación parcial de la especie (Klistler y otros, 2018). Esta teoría no contradice la teoría unicéntrica, que considera que el proceso de domesticación comenzó en México. Sin embargo, llama la atención que el evento de domesticación no se completó cuando el maíz se dispersó desde México a otras regiones.

Estas evidencias refuerzan la importancia del germoplasma de maíz sudamericano en la evolución y la diversificación de la especie. El proceso de manejo y conservación de la especie llevado a cabo por agricultores indígenas desde la antigüedad es un proceso continuo que llega hasta el presente. El continente sudamericano incluye *pools* génicos exclusivos que han evolucionado durante milenios. Por esta razón, las medidas de conservación para la especie en este continente deben ser prioridad, tanto como ocurre en Mesoamérica.
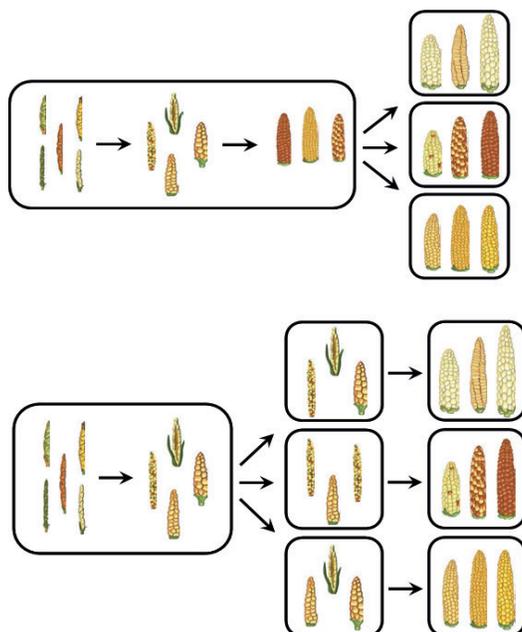
Figura 1.2. Esquema comparativo de los modelos de domesticación del maíz. (i) Domesticación simple (teoría unicéntrica): el maíz se volvió completamente domesticado y luego se dispersó por las Américas; (ii) Domesticación estratificada: las subpoblaciones de maíz parcialmente domesticado se dispersaron y se aislaron reproductivamente antes del síndrome de domesticación.

Fuente: adaptado de Kistler y otros (2018).

GENÉTICA DE LA DOMESTICACIÓN: ¿CÓMO SE DOMESTICÓ EL MAÍZ Y CUÁLES FUERON LAS CONSECUENCIAS?

El maíz es una especie diploide (2n = 20) y su genoma tiene 40.000 genes, en 10 pares de cromosomas (Nannas y Dawe, 2015). La especie tiene una gran cantidad de genes duplicados o cuadruplicados, lo que puede aumentar las posibilidades de que surja una variación genética beneficiosa y disminuya el impacto de una mutación perjudicial. El genoma de la especie consta de 2.300 millones de bases de ADN, y aproximadamente el 85 % de él son elementos de transposición (Gore y otros, 2009; Schnable y otros, 2009; Soderlund y otros, 2009; Springer y otros, 2009; Vielle-Calzada y otros, 2009). Los elementos de transposición, también conocidos como transposones, son segmentos lineales de ADN capaces de cambiar posiciones dentro del genoma, independientemente de la homología entre la región donde se insertan y el lugar al que están destinados (McClintock, 1950).

El proceso de domesticación resultó en una serie de cambios morfológicos entre el teosinte silvestre y el maíz cultivado. Estos cambios morfológicos en relación con las características originales se definen como *síndromes de la domesticación.* La observación de estructuras intermedias entre especies que ocurren en su descendencia sugirió diferentes interpretaciones sobre la evolución del maíz (Figura 1.3). La intervención humana era una condición indispensable para esta transformación y el origen de las especies cultivadas. Estos cambios iban desde modificar la arquitectura de la planta (Doebley y otros, 1997, 2006; Studer y Doebley, 2012) hasta las características asociadas con los órganos reproductores de la especie (Iltis, 1983; Beadle, 1972, 1980; Doebley y otros, 1990; Doebley y Stec, 1991; Dorweiler y Doebley, 1997).
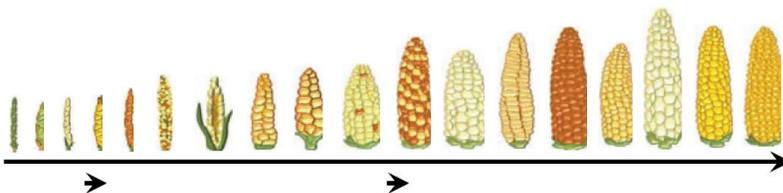
Figura 1.3. Evolución del maíz a partir del teosinte: cambios estructurales en la espiga de maíz con el tiempo.

Las espigas del esquema fueron extraídas de Kistler y otros (2018).

De acuerdo con la *teoría de la transmutación sexual catastrófica*, la inflorescencia femenina del maíz (espiga) se deriva de la inflorescencia masculina del teosinte (panoja). Según las hipótesis de Iltis, este fenómeno ocurrió a través

de un proceso conocido como asimilación genética, y no como resultado de una mutación genética (Iltis, 1983). Sin embargo, otros estudios complementarios han encontrado que estas diferencias morfológicas entre las inflorescencias femeninas de maíz y teosinte ocurrieron debido a una serie de mutaciones que involucraban solo cinco genes, ubicados en cuatro cromosomas (Beadle, 1972, 1980; Doebley y otros, 1990; Doebley y Stec, 1991; Dorweiler y Doebley, 1997). Este evento cambió la distribución de nutrientes en la planta y causó este cambio morfológico drástico, que de alguna manera y por alguna razón fue aprehendido por la selección humana (Iltis, 1983).

Con respecto a la arquitectura de la planta, el gen tb1 (*teosinte branched1)* fue identificado como un QTL (locus de características cuantitativas*)* de gran efecto en el control de la diferencia en el dominio apical entre el maíz y el teosinte. Este gen pertenece a la familia de reguladores transcripcionales, una clase de genes involucrados en la regulación transcripcional de los genes del ciclo celular. El tb1 controla la ramificación de la parte aérea y reprime el crecimiento de meristemos axilares y el alargamiento de las ramas, debido a su efecto represivo del ciclo celular (Doebley y otros, 1997, 2006; Studer y Doebley, 2012). Se comprobó que hubo una inserción de un retroelemento en las secuencias reguladoras del gen tb1. El efecto causado por esta inserción (alteración de la arquitectura de la planta) fue el objetivo de la selección humana durante la domesticación del maíz desde su pariente silvestre, el teosinte. Se diagnosticó que el alelo de inserción estaba presente en baja frecuencia en las poblaciones de teosinte antes del proceso de selección (Tsiantis, 2011), lo que sugiere que las plantas que contenían este alelo, así como sus cambios en la arquitectura de la planta, eran las seleccionadas por el ser humano.

Entre las diversas consecuencias del proceso de domesticación del maíz observamos la transformación de una pequeña espiga de teosinte, con granos fácilmente dispersables, en una espiga de maíz con una gran cantidad de granos fuertemente ligados al raquis. Teosinto tiene una axila con varias hojas, una gran cantidad de espigas pequeñas y frágiles, cada espiga con seis a doce semillas, en una o dos filas. El maíz, a su vez, tiene una o más espigas grandes, con muchas hileras, no frágiles (Hake y Ross-Ibarra, 2015). La Tabla 1.1 y la Figura 1.4 muestran características contrastantes que señalan rasgos del proceso de domesticación del maíz.

Teosinte	Maíz
Arquitectura: muchas ramas laterales	Arquitectura: una rama tallo principal
1 o 2 hileras de grano	4 o más hileras de grano
Espiguillas simples	Espiguillas en pares
Glumas exteriores duras	Glumas exteriores suaves
Espigas dehiscentes	Espigas no dehiscentes
Inflorescencias laterales masculinas	Inflorescencias laterales femeninas
Ramas laterales primarias largas	Ramas laterales primarias cortas

Tabla 1.1. Características morfológicas contrastantes del ancestro teosinte y el maíz, relacionadas con el proceso de domesticación del maíz.
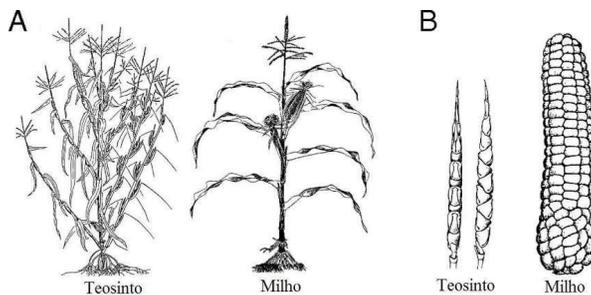
Figura 1.4. Características morfológicas de la planta (A) y la espiga (B) de teosinte y maíz.

Fuente: Yang y otros (2019), adaptado de Doebley y otros (1990).

A pesar de las diferencias morfológicas, el maíz y el teosinte pueden cruzarse naturalmente en el campo y generar descendientes fértiles. La conservación de las especies de teosinto es relevante y debe considerarse como una fuente de diversidad genética para el maíz. Además, se considera un germoplasma útil para los programas de mejoramiento genético y premejoramiento dirigidos a la introgresión de la resistencia a factores bióticos y abióticos (Nault y otros, 1982; Cohen y Galinat, 1984). Los cruces de teosintes *Z. luxurians* y *Z. mexicana* permitieron aumentar la tolerancia al calor y la sequía sin afectar significativamente el rendimiento de grano (Sánchez, 2011). El germoplasma de *Z. mexicana* también fue incorporado a una línea de maíz que resultó en líneas resistentes a diversas enfermedades de la espiga; además, el contenido de proteínas y algunos aminoácidos esenciales ha aumentado (Wang y otros, 2008). Y, para los agricultores, el teosinto es considerado un forraje de calidad para el ganado lechero (Silva y otros, 2015). Los parientes silvestres están relacionados con las especies cultivadas, sin embargo, siguen el proceso de evolución, bajo selección natural y menos intervención humana, y se

adaptan a ambientes extremos, como el calor y el frío, las sequías y las inundaciones, constituyendo un *pool* génico en respuesta a los cambios para uso futuro.

¿POR QUÉ LOS HUMANOS DOMESTICARON EL MAÍZ?

Los estudios sobre la domesticación del maíz han abordado y proporcionado respuestas asociadas principalmente con las preguntas dónde, cuándo y cómo el maíz ha sido domesticado. La pregunta de por qué la especie fue domesticada fue menos discutida en la literatura científica y, por lo tanto, merece esfuerzos para encontrar respuestas, después de todo, *¿para qué los humanos utilizaron el maíz en el proceso de domesticación?*

En el proceso de domesticación hay dos tipos de selección que actúan y se complementan entre sí: i) *selección consciente* de las características de interés, y ii) *selección inconsciente* causada por cambios ecológicos en consecuencia de la retirada de plantas de sus ambientes silvestres y transportadas a nuevos ambientes manejados por humanos, diferentes de las ubicaciones originales (Zohary, 2004). En este último caso, los cambios morfológicos en las plantas generalmente se consideran de bajo impacto (Rindos, 1984).

Darwin fue el primero en plantear la cuestión de la intencionalidad sobre el origen y la domesticación de las plantas. Utilizó la terminología de *selección inconsciente* y *selección metódica*, y sugirió que los pueblos «primitivos» practicaban la selección inconsciente y los pueblos «civilizados» practicaban la selección consciente. La selección inconsciente fue defendida, principalmente, por muchos científicos naturales, y la selección consciente por científicos sociales (Clement y otros, 2009). Según Zeder (2006), los primeros actos de domesticación del paisaje y las poblaciones de plantas y animales podrían ser inconscientes, pero tan pronto como produjeran un efecto positivo, se repetirían conscientemente, precisamente porque generaban beneficios.

Además de los factores asociados con la selección, una de las razones que intentan explicar qué llevó a los cazadores-recolectores a cambiar su estilo de vida y comenzar el proceso de domesticación son los cambios climáticos que ocurrieron al final del Pleistoceno, que promovieron la concentración de humanos y animales en áreas fértiles aisladas debido a la presencia local de agua. Este evento involucró la evolución gradual, irregular e independiente en diferentes especies de manera sincronizada en distintos ambientes (Evans, 1993).

La *selección consciente*, dadas las características de interés, ocurre porque la especie es considerada útil para los humanos por alguna razón. Algunas hipótesis sugirieron que el maíz era un cultivo secundario, o sea, su cultivo no era la principal fuente de alimento y, por lo tanto, su mayor dispersión ocurrió antes de que la

especie se desarrollara como el cultivo principal (Blake, 2006; Piperno, 2011). Iltis (2000) sugirió que el azúcar del tallo de la planta era inicialmente más importante que los granos. Esta idea se complementa con los estudios de Smalley y Blake (2003), quienes señalan que el maíz se usó principalmente para producir bebidas fermentadas y alcohólicas, utilizadas para el consumo en rituales, eventos festivos y culturales. Sin embargo, la detección de almidón en granos en lugares de antigua domesticación y la falta de fitolitos del tallo (Piperno y otros, 2009) no respaldan estas hipótesis.

Por otro lado, el teosinto tiene la capacidad de expandirse y explotar como el maíz pisingallo. Paterniani y otros (2000) mencionaron la capacidad de expansión del teosinte y consideraron los pisingallos el tipo de maíz más primitivo en la escala evolutiva de la especie. El descubrimiento de la capacidad de expansión del grano está ciertamente asociado con el manejo y el uso del fuego por parte de los pueblos prehistóricos. Otros autores apoyan la teoría de que el maíz pisingallo probablemente corresponde al primer y más bajo nivel de domesticación de la especie (Wellhausen y otros, 1951; Contreras y otros, 2006). Piperno y otros (2009) caracterizaron muestras arqueológicas de maíz encontradas en la región de Valle del río Balsas, en México, que presentaban características del endospermo de tipo pisingallo.

Estas hipótesis se basan en que el maíz pisingallo todavía presenta algunas características consideradas «silvestres», como granos más pequeños, mayor prolificidad, presencia de macollos (gen tb1), endospermo muy rígido (Ziegler, 2001) y forma de grano puntiagudo, en algunas razas. Su consumo, inicialmente, supuestamente ocurrió en forma de maíz tostado o granos reventados, con el uso de fuego. Además, se han identificado fragmentos de chala, espiga y granos de pisingallo con fecha de ~ 6.700 años AP en los sitios arqueológicos de Paredones y Huaca Prietra en Perú (Grobman y otros, 2012).

Los análisis genéticos han demostrado que las razas de maíz pisingallo *Cristalino de Chihuahua*, *Palomero de Chihuahua* y *Palomero* estaban genéticamente más cerca de las poblaciones de teosinto (Matsuoka y otros, 2002). En períodos más antiguos, los granos de maíz se parecían a los del tipo pisingallo (Brieger y otros, 1958; Grobman y otros, 2012), surgiendo después maíces de grano duro, harinoso, dentado (Brieger y otros, 1958) y dulce. Las fracciones proteicas del grano de maíz pueden variar según el tipo de grano como resultado de la acción de los genes mutantes. Se han descubierto varios genes capaces de modificar el tipo de endospermo (Bjarnason y Vasal, 1992). De acuerdo con Brieger y otros (1958), los diferentes tipos de granos, usos y preferencias de los agricultores están relacionados con las diferentes etapas del proceso de domesticación del maíz.

En Brasil y otros países de las tierras bajas de Sudamérica, los indígenas guaraníes cultivaron y utilizaron las razas de maíz pisingallo *Avati Pichingá* y

Avati Pinchigá Ihú para el consumo humano en sus aldeas (Brieger y otros, 1958; Paterniani y Goodman, 1977). El uso del maíz como *pop* podría ser una hipótesis a considerar en el proceso de domesticación inicial. La pregunta de por qué el maíz se ha domesticado sigue sin respuesta y merece ser investigada más a fondo, para llenar los vacíos científicos y ampliar el conocimiento sobre los usos del maíz en la historia.

DISPERSIÓN DE MAÍZ EN LAS AMÉRICAS: EL EVENTO QUE EXPANDIÓ LA DIVERSIDAD GENÉTICA

La fecha de la ocupación humana en las Américas ha sido discutida por la comunidad científica a través de datos arqueológicos (Prous, 1997; Roosevelt y otros, 1996; Goebel y otros, 2008), lingüísticos (Walker y Ribeiro, 2011; Brown y otros, 2014), biológicos y genéticos (Neves y otros, 1989; Pena y otros, 1989; Neves y otros, 2007; Goebel y otros, 2008). Estas informaciones son útiles para estudios evolutivos de especies de plantas cultivadas. A lo largo de su dispersión en todo el continente, los humanos comenzaron a usar especies de plantas y seleccionar características favorables (Harlan, 1971, 1975; Gepts y Debouck, 1991; Pickersgill, 2007; Hilbert y otros, 2017; Watling y otros, 2018). Teniendo en cuenta que el maíz es una especie domesticada y su supervivencia depende totalmente del manejo de la especie humana, la dispersión de este a varias regiones se produjo a través de migraciones de los humanos (Brown y otros, 2014).

La dispersión del maíz en el continente americano está asociada con procesos adaptativos, diversos hábitats y contextos socioculturales, lo que hace de este cereal un cultivo con gran variabilidad genética (Brieger y otros, 1958). El cultivo del maíz es considerado uno de los más antiguos del nuevo mundo. Las poblaciones de maíz en condiciones de domesticación parcial se dispersaron desde el centro de origen en dos direcciones. Comenzó en México, pasando por el oeste y el norte del país, el suroeste y el este de Estados Unidos (Hart y otros, 2007), y continuó hasta el este de Canadá (Vigouroux y otros, 2008). La segunda ruta fue a través de las tierras altas de México hacia el oeste y el suroeste de las tierras bajas, siguiendo a través de Guatemala, hasta llegar a América del Sur. Se encontraron muestras arqueológicas hace ~7.500 años en Panamá (Piperno y otros, 1985). Los registros arqueológicos indicaron que la especie alcanzó las tierras bajas de América del Sur al menos ~7.150 años AP en Ecuador (Stothert, 1985; Pearsall y Piperno, 1990), ~6.700 años AP en Perú (Grobman y otros, 2012) y ~6.500 años AP en la región suroeste del Amazonas, en el lago Rogaguado, Bolivia (Brugger y otros, 2016).

Estudios genético-evolutivos, realizados con muestras modernas y arqueológicas de maíz, sugirieron que hubo diferentes introducciones de maíz en

América del Sur en diversos momentos. La dispersión del maíz en los Andes ocurrió independientemente de la dispersión de las tierras bajas del continente (Freitas, 2001; Freitas y otros, 2003; Freitas y Bustamante, 2013). Estos estudios demostraron que el proceso de dispersión de la especie en el continente sudamericano contribuyó para la división de los dos grupos genéticos más grandes de maíz, el grupo andino y otro de las tierras bajas de América del Sur (Matsuoka y otros, 2002; Vigouroux y otros, 2008; van Heerwaarden y otros, 2011). Los patrones de «tierras altas» y «tierras bajas», en general, estaban bien establecidos en sus regiones originales. Este aislamiento de patrones ocurrió, principalmente, por las barreras culturales relacionadas con las poblaciones humanas (Freitas y otros, 2003; Freitas y Bustamante, 2013; Kistler y otros, 2018).

Los registros lingüísticos más antiguos en América del Sur para el maíz ocurrieron ~5.000 años AP, involucrando a la región amazónica. La familia lingüística indígena arahuaca (Arawak) es la más grande del continente sudamericano y tiene una gran expansión en la región norte de Brasil y las regiones adyacentes (Walker y Ribeiro, 2011; Aikhenvald, 2013). Este grupo fue el primero en considerar al maíz como muy importante (Brown y otros, 2014). Los arahuacos se dispersaron desde la Amazonía occidental sobre las tierras bajas, en diferentes momentos, a partir de un punto que se originó en el oeste de la Amazonía en diferentes direcciones: norte, sur y centro del país (Walker y Ribeiro, 2011; Aikhenvald, 2013) (Figura 1.5). Suponiendo que el maíz fue adoptado por este grupo indígena en la antigüedad, la dispersión más antigua de la especie en la región probablemente ocurrió junto con la expansión arahuaca y el intercambio entre grupos humanos en todo el continente. Se observaron otros registros lingüísticos de ~3.000 años AP en Mato Grosso, y de ~2.000 años AP en el sur de Brasil (Brown y otros, 2014). En Rondônia, databan de ~2.000 años AP, donde se concentraba la presencia de cinco grupos indígenas diferentes, incluidos los tupis-guaraníes (Brown y otros, 2014).
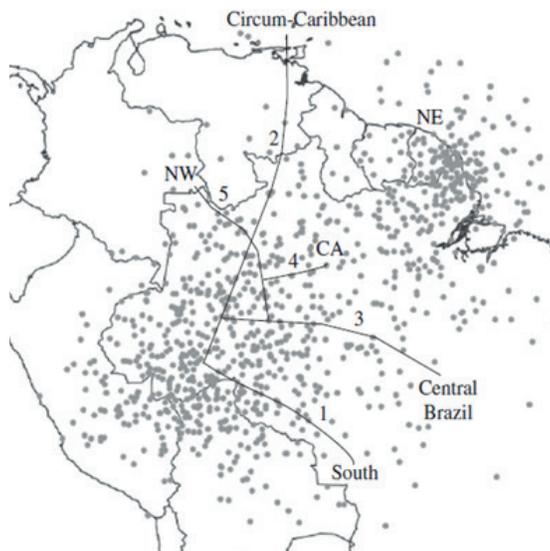
Figura 1.5. Migración del grupo indígena arahuaco (Arawak) en las tierras bajas de América del Sur, basado en el modelo lingüístico propuesto por Walker y Ribeiro (2011).

Con el descubrimiento de América, los colonizadores europeos tuvieron contacto por primera vez con el maíz (Paterniani, 1998; Mir y otros, 2013) y comenzaron a cultivar diferentes razas antiguas de la especie (Paterniani y Goodman, 1977; Paterniani, 1998). El maíz solo llegó a ser conocido por los europeos cuando Cristóbal Colón regresó a Europa, llevándose consigo el maíz encontrado en Cuba. Posteriormente, llegó a África y Asia, hasta que conquistó el comercio mundial (Mir y otros, 2013). Con los años, Brasil recibió a inmigrantes de muchos países y se introdujeron varias semillas en el territorio, como semillas de maíz dentado traídas por inmigrantes después de la guerra civil de Estados Unidos, alrededor de 1868. La mezcla entre variedades nativas e introducidas generó nuevas variedades de maíz dentado y semidentado (Paterniani, 1998).

El proceso de dispersión del maíz estuvo y está asociado con la aparición de centros de diversificación de especies en diferentes contextos ambientales y socioculturales. Los centros de diversidad deben verse como centros de acumulación de germoplasma y domesticación in situ (Harlan, 1992). La existencia de estos centros de diversidad fue causa de la hibridación entre poblaciones, el manejo y la selección por parte del ser humano en diferentes ambientes (Kato y otros, 2009). Los agricultores son los principales protagonistas en este proceso, ya que se insertan en sistemas dinámicos de manejo capaces de seleccionar, modificar y aumentar la diversidad de variedades criollas de maíz a lo largo del tiempo (Louette

y otros, 1997; Louette y Smale, 2000). La variabilidad genética permite una mayor adaptación de los cultivos al cambio climático global y constituye la base genética para los agricultores familiares. Además, la variabilidad garantiza la seguridad alimentaria e incorpora valores sociales y culturales.

Las regiones de Chiapas, Mesa Central y Sierra Madre Occidental están indicadas como centros de diversidad genética del maíz en México (Kato y otros, 2009). Bolivia y Perú tienen el mayor número de razas de maíz catalogadas en América, con 77 y 66 razas, respectivamente, superando a México (65 razas), el centro de origen de la especie (Serratos, 2009). Las tierras bajas de América del Sur, regiones con altitudes inferiores a 1500 metros que involucran a Brasil y áreas adyacentes (Argentina, Uruguay, Paraguay, tierras bajas de Bolivia y las Guayanas), se consideran un centro secundario de diversidad de maíz, con 19 razas y 23 subrazas (Brieger y otros, 1958; Paterniani y Goodman, 1977).

A nivel microrregional, se identificó un microcentro de diversidad de maíz en el sur de Brasil, en la región del extremo oeste del estado de Santa Catarina, que involucra un área de ~558.646 km2 (Costa y otros, 2017). Los microcentros de diversidad están relacionados con áreas geográficas muy restringidas, dentro de las que se acumula una diversidad significativa (Harlan, 1971, 1992). El centro de diversidad Brasil/Paraguay, propuesto por Vavilov, que involucra a esta región, está asociado con la alta densidad de población de indios guaraníes en el pasado (Vavilov, 1992), de quienes se sabe que cultivaban principalmente variedades de maíz pisingallo (Paterniani y Goodman, 1977). Esta región, en el sur de Brasil, presentó una gran cantidad de variedades criollas de maíz (1.513, en total), asociadas con una riqueza expresiva de las características morfológicas del grano, los usos, el origen, el tiempo de conservación (Costa y otros, 2017), y también debido a la presencia de parientes silvestres pertenecientes a la especie de teosinto *Zea luxurians* (Silva y otros, 2015). Es probable que haya otros microcentros de diversidad de maíz en otras regiones de tierras bajas de América del Sur, lo que refuerza la importancia de realizar nuevas investigaciones que tengan como objetivo identificar otras microrregiones con diversidad importante en este rango geográfico.

La diversidad genética de las variedades de maíz criollo se caracterizó en diferentes regiones, considerando rasgos: i) morfológicos (Brieger y otros, 1958, Louette y otros, 1997; Carvalho y otros, 2008; Costa y otros, 2017; Silva y otros, 2017); ii) moleculares (Matsuoka y otros, 2002; Vigouroux y otros, 2008; van Heerwaarden y otros, 2011; Silva y otros, 2015; Kistler y otros, 2018); iii) etnobotánicos (Bellon y Brush, 1994; Louette y otros, 1997; Louette y Smale, 2000; Costa y otros, 2017); iv) bioquímicos (Kuhnen y otros, 2009, 2010a, b, 2011, 2012; Uarrota y otros, 2011a, b), y v) citogenéticos (McClintock y otros, 1981; Poggio y otros, 1998; Realini y otros, 2018). En Cuzalapa, México, las variedades blancas se asociaron con usos

gastronómicos, las variedades púrpuras se consideraron más dulces y generalmente se comían asadas en la fase láctea del grano, mientras que las variedades amarillas se asociaron principalmente con la alimentación animal (Louette y otros, 1997). En el archipiélago de Madeira, las variedades criollas de maíz se caracterizaron mediante descriptores morfológicos y reproductivos. Los análisis identificaron la formación de cuatro grupos asociados con el color del grano; se observó el predominio del tipo de grano duro y los colores variaron de blanco a amarillo, y raramente rojo (Carvalho y otros, 2008). En el microcentro de diversidad de maíz identificado en el sur de Brasil, los resultados también demostraron los ricos usos asociados con los grupos morfológicos de las variedades criollas. Se identificaron 59 grupos morfológicos distintos, a los que se atribuyen las características del grano, como el tipo de endospermo, el color y el tamaño del grano (Costa y otros, 2017).

Una caracterización molecular realizada utilizando marcadores RAPD en 81 variedades en el sur de Brasil (principalmente del estado de Paraná) diagnosticó dos grupos genéticos principales, que se asociaron con el color y el tipo de grano (Carvalho y otros, 2004). El color del grano de estas variedades también se asoció con el uso por parte de los agricultores, ya que las variedades blancas estaban indicadas para la fabricación de harina y el consumo humano, y las variedades amarillas para la alimentación animal, principalmente. Las variedades criollas de maíz se caracterizaron por marcadores de microsatélites (SSR) (Matsuoka y otros, 2002; Vigouroux y otros, 2008) y *single nucleotide polymorphisms* (SNP) (van Heerwaarden y otros, 2011; Kistler y otros, 2018). Estas investigaciones estudiaron la relación entre la diversidad genética del maíz y la región de origen geográfico para dilucidar aspectos de la evolución, la domesticación y la dispersión de la especie en el continente americano.

La identificación de regiones de diversidad puede ayudar en el desarrollo de estrategias y la indicación de áreas prioritarias para la conservación. La evolución de las variedades criollas de maíz en regiones geográficas con características edafoclimáticas, de relieve y altitud diferentes a las encontradas en su centro de origen puede contribuir a expandir la diversidad y el *pool* génico del maíz. La comprensión del proceso de dispersión y la identificación de áreas de diversidad, así como la caracterización de variedades criollas, son relevantes pues permiten esbozar estrategias de conservación y el uso de los recursos genéticos de la especie.

REFERENCIAS

Aikhenvald, A.Y. (2013) Amazonia: linguistic history. In: Ness, I., Bellwood, P. (eds.) The Encyclopedia of Global Human Migration. Wiley-Blackwell, Hoboken, NJ, pp. 384-391.

Beadle, G.W. (1972) The mystery of maize. Field Museum of Natural History Bulletin 43:2-11.

Beadle, G.W. (1980) The ancestry of corn. Science American 242:112-119.

Bellon, M.R.; Brush, S.B. (1994) Keepers of maize in Chiapas, Mexico. Economic Botany 48(2):196-209.

Bjarnason, M.; Vasal, S.K. (1992) Breeding of quality protein maize (QPM). Plant Breeding Reviews 9(2):181-216.

Blake, M. (2006) Dating the initial spread of Zea mays. In: Staller, J.E.; Tykot, R.H.; Benz, B.F. (Eds.) Histories of maize: multidisciplinary approaches to the prehistory, biogeography, domestication, and evolutions of maize. Elsevier, San Diego, pp. 55-72.

Brieger, F.G.; Gurgel, J.T.A.; Paterniani, E.; Blumenchein, A.; Alleoni, M.R. (1958) Races of maize in Brazil and other eastern South American Countries. National Academic of Sciences, Washington DC.

Brown, C.H.; Clement, C.R.; Epps, P.; Luedeling, E.; Wichmann, S. (2014) The paleobiolinguistics of maize (Zea mays L.). Ethnobiology 5:52-64.

Brugger, S.O.; Gobet, E.; van Leeuwen, J.F.N.; Ledru, M.P.; Colombaroli, D.; van der Knaap, W.O.; y otros (2016) Longterm man-environment interactions in the Bolivian Amazon: 8000 years of vegetation dynamics. Quaternary Science Reviews 132:114-128.

Bush, M.B.; Piperno, D.R.; Colinvaux, P.A. (1989) A 6,000 year history of Amazonian maize cultivation. Nature 340:303-305.

Carvalho, V.P.; Ruas, C.F.; Ferreira, J.M.; Moreira, R.M.P.; Ruas, P.M. (2004) Genetic diversity among maize (Zea mays L.) landraces assessed by RAPD markers. Genetics and Molecular Biology 27(2):228-236.

Carvalho, M.A.P.; Ganança, J.F.T.; Abreu, I.; Sousa, N.F.; dos Santos, T.M.M.; Vieira, M.R.C.; Motto, M. (2008) Evaluation of the maize (Zea mays L.) diversity on the Archipelago of Madeira. Genetic Resources and Crop Evolution 55:221-233.

Camacho-Villa, T.C.; Maxted, N.; Scholten, M.; Ford-Lloyd, B. (2006) Defining and identifying crop landraces. Plant Genetic Resources 3:373-384.

Clement, C.R. (1999) 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. Economic Botany 53:188-202.

Clement, C.R.; Cole, D.M.; Vivan, J.L. (2007) Conservação on farm. In: Nass, L.L. (Ed.). Recursos genéticos vegetais. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasilia, pp.511-544.

Clement, C.R.; Borém, A.; Lopes, M.T.G. (2009) Da domesticação ao melhoramento de plantas. In: Borém, A.; Lopes, M.T.G.; Clement, C.R. (Org). Domesticação e melhoramento: espécies amazônicas. UFV, Viçosa, pp.11-38.

Cohen, J.I.; Galinat, W.C. (1984) Potential use of alien germplasm for maize improvement. Crop Science 24:1011-1015.

Contreras, T.R.; Díaz, L.G.; Reyes, G.R. (2006) Geografia e historia cultural del maíz palomero tolqueño. Ciencia Ergo Sum 13:47-56.

Costa, F.M.; Silva, N.C.A.; Ogliari, J.B. (2017) Maize diversity in southern Brazil: indication of microcenter of Zea mays L. Genetic Resources and Crop Evolution 64(4):681–700.

Diamond, J. (1997). Guns, germs and steel: The fates of human societies. W.W. Norton, New York.

Doebley, J.F. (1990) Molecular systematics of Zea (Gramineae). Maydica 35:143-150.

Doebley, J.F.; Iltis, H. H. (1980) Taxonomy of Zea (Gramineae) I. A subgeneric classification with key to taxa. American Journal of Botany 67:982-993.

Doebley, J.F.; Stec, A. (1991) Genetic analysis of the morphological differences between maize and teosinte. Genetics 129:285-295.

Doebley, J.F.; Stec, A.; Wendel, J.; Edwards, M. (1990) Genetic and morphological analysis of a maize-teosinte F2 population: Implications for the origin of maize. Proceeding of the National Academy of Science USA 87:9888-9892.

Doebley, J.F.; Stec, A.; Hubbard, L. (1997) The evolution of apical dominance in maize. Nature 386:485-488.

Doebley, J.F.; Gaut, B.S; Smith, B.D. (2006) The molecular genetics of crop domestication. Cell 127:1309-1321.

Dorweiler, J.E.; Doebley, J.F. (1997) Developmental analysis of teosinte glume architecture 1: A key locus in the evolution of maize (Poaceae). American Journal of Botany 84:1313-1322.

Evans, L.T. (1993) The domestication of crop plants. In: Evans, L.T. Crop evolution, adaptation and yield. Cambridge University Press, Cambridge, pp.32-112.

Freitas, F.O. (2001) Estudo genétivo-evolutivo de amostras modernas e arqueológicas de milho (Zea mays mays, L.) e feijão (Phaseolus vulgaris, L.). Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas), Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

Freitas, F.O.; Bustamante, P.G. (2013) Amazonian maize: diversity, spatial distribution and historical-cultural diffusion. Tipití: Journal of the Society for the Anthropology of Lowland South America 11(2):60-65.

Freitas, F.O.; Bandel, G.; Allaby, R.G.; Brown, T.A. (2003) DNA from primitive maize landraces and archaeological remains: implications for the domestication of maize and its expansion into South America. Journal of Archaeological Science 30:901-908.

Fukunaga, K.; Hill, J.; Vigouroux, Y.; Matsuoka, Y.; Sanchéz, J.G.; Liu, K.; Buckler, E. S.; Doebley, J.F. (2005) Genetic diversity and population structure of teosinte. Genetic Society of America 169:2241-2254.

Gepts, P.; Debouck, D. (1991) Origin, domestication, and evolution of the common bean (Phaseolus vulgaris)». In: Schoonhoven, A.; Voysest, A. (Eds.) Commom Beans – Research for crop improvement. CIAT, Cali, pp.7-53.

Goebel, T.; Waters, M.R.; O'rourke, D.H. (2008) The late Pleistocene dispersal of modern humans in the Americas. Science 319:1497-1502.

Gore, M.A.; Chia, J.M.; Elshire, R.J.; Sun, Q.; Ersoz, E.S.; y otros (2009) A first-generation haplotype map of maize. Science 326:1115-1117.

Grobman, A.; Bonavia, D.; Dillehay, T.D.; Piperno, D.R.; Iriarte, J.; Holst, I. (2012) Preceramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Peru. Proceeding of the National Academy of Science USA 109:1755-1759.

Hake, S.; Ross-Ibarra, J. (2015) Genetic, evolutionary and plant breeding insights from the domestication of maize. eLife 4:e05861.

Harlan, J.R. (1971) Agricultural origins: centers and noncenters. Science 174: 468-173.

Harlan, J.R. (1992) Crops and man. American Society of Agronomy/Crop Science Society of America, 2ed., Madison, Wisconsin.

Hart, J.P.; Brumbach, H.J.; Lusteck, R. (2007) Extending the phytolith evidence for early maize (Zea mays ssp. mays) and squash (Cucurbita sp.) in Central New York. American Antiquity 72:563-583.

Hilbert, L.; Neves, E.G.; Pugliese, F.; Whitney, B.S.; Shock, M.; Veasey, E.; Zimpel, C.A.; Iriarte, J. (2017) Evidence for mid-Holocene rice domestication in the Americas. Nature Ecology & Evolution 1:1693-1698.

Iltis, H.H. (1983) «From teosinte to maize: The catastrophic sexual transmutation». Science 222:886-894.

Iltis, H.H. (2000) Homeotic sexual translocations and the origin of maize (Zea mays, Poaceae): A new look at an old problem. Economic Botany 54:7-42.

Kato, T.A. (2005). Cómo y dónde se originó el maíz. Investigación y Ciencia 347:68- 72.

Kato, T.A.; Mapes, C.; Mera, L.M.; Serratos, J.A.; Bye, R.A. (2009) Origen y diversificacion del maiz: una revision analítica. (1st ed.). Universidad Autónoma de México, Ciudad de México.

Kistler, L.M.; Maezumi, S.Y.; de Souza, J.G.; Przelomska, N.A.S.; Costa, F.M.; Smith, O.; Loiselle, H.; Ramos-Madrigal, J.; Wales, N.; Ribeiro, E.; Grimaldo, C.; Prous, A.P.; Gilbert, M.; Thomas P.; de Oliveira, F.F.; Allaby, R.G. (2018) Multi-proxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. Science 362:1309-1313.

Kuhnen, S.; Lemos, P.M.M.; Campestrini, L.; Ogliari, J.B.; Dias, P.F.; Maraschin, M. (2009) Antiangiogenic properties of carotenoids: A potential role of maize as functional food. Journal of Functional Foods 1:284-290.

Kuhnen, S.; Ogliari, J.B.; Dias, P.F.; Boffo, E.F.; Correia, I.; Ferreira, A.G.; Delgadillo, I.; Maraschin, M. (2010a) ATR-FTIR spectroscopy and chemometric analysis applied to discrimination of landrace maize flours produced in southern Brazil. International Journal of Food Science & Technology 45:1673-1681.

Kuhnen, S.; Ogliari, J.B.; Dias, P.F.; Santos, M.S.; Ferreira, A.G.; Bonham, C.C.; Wood, K.V.; Maraschin, M. (2010b) Metabolic fingerprint of brazilian maize landraces silk (stigma/styles) using nmr spectroscopy and chemometric methods. Journal of Agricultural and Food Chemistry 58:2194-2200.

Kuhnen, S.; Lemos, P.M.M.; Campestrini, L.H.; Ogliari, J.B.; Dias, P.F.; Maraschin, M. (2011) Carotenoid and anthocyanin contents of grains of Brazilian maize landraces. Journal of the Science of Food and Agriculture, 91(9):1548-1553.

Kuhnen, S.; Dias, P.F.; Ogliari, J.B.; Maraschin, M. (2012) Brazilian maize landraces silks as source of lutein: an important carotenoid in the prevention of age-related macular degeneration. International Journal of Food Sciences and Nutrition 3:1609-1614.

Louette, D.; Smale, M. (2000) Farmers' seed selection practices and traditional maize varieties in Cuzalapa, Mexico. Euphytica 113: 25-41.

Louette, D.; Charrier, A.; Berthaud, J. (1997) In situ conservation of maize in Mexico: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. Economic Botany 51:20-38.

Matsuoka, Y.; Vigouroux, Y.; Goodman, M. M.; Sánchez, J. J.; Buckler, E.; Doebley, J. F. (2002) A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 99:6080-6084.

McClintock, B. (1950) The origin and behavior of mutable loci in maize. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 36(6):344-355.

McClintock, B.; Kato, T.A.; Blumenschein, A. (1981) Chromosome constitution of races of maize. Colegio de Postgraduados, Chapingo.

Mir, C.; Zerjal, T.; Combes, V.; Dumas, F.; Madur, D.; Bedoya, C.; Dreisigacker, S.; Franco, J.; Grudloyma, P.; Hao, P. X.; Hearne, S.; Jampatong, C.; Laloë, D.; Muthamia, Z.; Nguyen, T.; Prasanna, B. M.; Taba, S.; Xie, C. X.; Yunus, M.; Zhang, S.; Warburton, M. L.; Charcosset, A. (2013) Out of America: tracing the genetic footprints of the global diffusion of maize. Theoretical and Applied Genetics, 126:2671–2682.

Montanari, M. (2008) Comida como cultura. Ed. Senac, São Paulo.

Nannas, N.J.; Dawe, R.K. (2015) Genetic and genomic toolbox of Zea mays. Genetics 199:655-669.Nault, L.R.; Gordon, D.T.; Damsteegt, V.D.; Iltis, H.H. (1982) Response of annual and perennial teosintes (Zea) to six maize viruses. Plant Disease 66:61-62.

Neves, W.; Zanini, M.D.C.; Munford, D.; Pucciarelli, H.M. (1989) O povoamento das Américas à luz da morfologia craniana. Revista USP, 34:96-105.

Neves, W.A.; Bernardo, D.V.; Okumura, M.M.M. (2007) A origem do homem americano vista a partir da América do Sul: uma ou duas migrações? Revista de Antropologia 50(1):9-44.

Paterniani, E. (1998) Diversidade genética e raças de milho no Brasil. In: Soares, A.C.; Machado, A.T.; Silva, B.M.; Weid, J.M.V.D. (Eds.) Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade. AS-PTA, Rio de Janeiro, pp.28-31.

Paterniani, E.; Goodman, M.M. (1977) Races of maize in Brazil and adjacent areas. CIMMYT, Mexico City.

Paterniani, E.; Nass, L.L.; Santos, M.X. (2000) O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil. In: Udry, C.V.; Duarte, W. (Eds.) Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos. Paralelo, Brasília, pp.11-41.

Pearsall, D.M.; Piperno, D.R. (1990) Antiquity of maize cultivation in Ecuador: summary and reevaluation of the evidence source. American Antiquity 55:324-337.

Pena, S.D.J.; Silva, D.R.C.; Santos, F.R. (1989) Utilização de polimorfismos de DNA do cromossomo Y no estudo do povoamento das Américas. Revista USP 34:44-57.

Pickersgill, B. (2007) Domestication of plants in the Americas: insights from mendelian and molecular genetics. Annals of Botany 100:925-940.

Piperno, D.R. (2011) The origins of plant cultivation and domestication in the new world tropics: patterns, process, and new developments. In: Price, D.; Bar-Yosef, O. (Eds). The beginnings of agriculture: new data, new ideas. Current Anthropology 52:453-470.

Piperno, D.R.; Clary, K.H.; Cooke, R.G.; Ranere, A.J.; Weiland, D. (1985) Preceramic maize in central Panama: phytolith and pollen evidence. American Anthropologist 87:871-878.

Piperno, D.R.; Ranere, A.J.; Holst, I.; Iriarte, J.; Dickau, R. (2009) Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106:5019-5024.

Poggio, L.; Rosato, M.; Chiavarino, A.M.; Naranjo, C.A. (1998) Genome size and environmental correlations in maize (Zea mays ssp. mays, Poaceae). Annals of Botany 82:107-115.

Prous A (1997) O povoamento da América visto do Brasil: uma perspectiva crítica. Revista USP 34:8-21.

Ramos-Madrigal, J.; Smith, B.D.; Moreno-Mayar, J.V.; Gopalakrishnan, S.; Ross-Ibarra, J.; Gilbert, M.T.P.; Wales, N. (2016) Genome sequence of a 5,310-year-old maize cob provides insights into the early stages of maize domestication. Current Biology 26:3195-3201.

Realini, M.F.; Poggio, L.; Cámara Hernández, J.; González, G.E. (2018) Exploring karyotype diversity of Argentinian Guaraní maize landraces: Relationship among South American maize. PLoS One 13(6):e0198398.

Rindos, D. (1984) The evolution of domestication. In: Rindos, D. The origins of agriculture: an evolutionary perspective. Academic Press, San Diego, pp.138-189.

Roosevelt, A.C.; Costa, M.L.; Machado, C.L.; Michab, M.; Mercier, N.; Valladas, H.; y otros (1996) Paleoindian cave dwellers in the Amazon: The peopling of the Americas. Science 272:373-383.

Sanchez, J.; De La Cruz, L.L.; Vidal, M.V.A.; Ron, P.J.; Taba, S.; Santacruz-Ruvalcaba, F.; y otros (2011) Three new teosintes (Zea spp., Poaceae) from México. American Journal of Botany 98:1537-1548.

Serratos, J.A. (2009) The origin and diversity of maize in the American continent. Universidad Autonoma de la Ciudad de Mexico, Ciudad de Mexico.

Schnable, P. S.; Ware, D.; Fulton, R.S.; Stein, J.C.; Wei, F.; Pasternak, S.; y otros (2009) The B73 maize genome: complexity, diversity, and dynamics. Science 326:1112-1115.

Silva, N.C.A. (2015) Conservação, diversidade e distribuição de variedades locais de milho e seus parentes silvestres no Extremo Oeste de Santa Catarina, Sul do Brasil. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

Silva, N.C.A.; Vidal, R.; Costa, F.M.; Vaio, M.; Ogliari, J.B.O. (2015) Presence of Zea luxurians populations (Durieu and Ascherson) Bird in southern Brazil: implications for the conservation of wild relatives of maize. PLoS One. Doi: 10.1371/journal.pone.0139034.

Silva, N.C.A.; Vidal, R.; Ogliari, J.B. (2017) New popcorn races in a diversity microcenter of Zea mays L. in the Far West of Santa Catarina, Southern Brazil. Genetic Resources and Crop Evolution 64: 1191-1204.

Smalley, J.; Blake, M. (2003) Sweet beginnings: stalk sugar and the domestication of maize. Current Anthropology 44:675-703.

Soderlund, C.; Descour, A.; Kudrna, D.; Bomhoff, M.; Boyd, L.; Currie, J.; y otros (2009) Sequencing, mapping, and analysis of 27,455 maize full-length cDNAs. PLoS Genetics 5(11):e1000740.

Springer, N.M.; Ying, K.; Fu, Y.; Ji, T.; Yeh, C. T.; Jia, Y.; y otros (2009) Maize inbreds exhibit high levels of copy number variation (CNV) and presence/absence variation (PAV) in genome content. PLoS Genetics 5(11):e1000734.

Stothert, K.E. (1985) The preceramic Las Vegas culture of Coastal Ecuador. American Antiquity 50(3):613-637.

Studer, A; Doebley, J.F. (2012) Evidence for a natural allelic series at the maize domestication locus teosinte branched1. Genetics 191:951-958.

Tsiantis, M. (2011) A transposon in tb1 drove maize domestication. Nature Genetics 43:1048-1050.

Uarrota, V.G.; Severino, R.B.; Maraschin, M. (2011a) Maize landraces (Zea mays L.): a new prospective source for secondary metabolite production. International Journal of Agricultural Research 6:218-226.

Uarrota, V.G.; Schmidt, E.C.; Bouzon, Z.L.; Maraschin, M. (2011b). Histochemical analysis and protein content of maize landraces (Zea mays L.). Journal of Agronomy 10:92-98.

USDA. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Service. Corn Area, Yield, and Production. https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf. Acceso em 02/05/2018.

Vallebueno-Estrada, M.; Rodriguez-Arévalo, I.; Rougon-Cardoso, A.; González, J.M.; Cook, A.G.; Montiel, R.; Vielle-Calzada, J.P. (2016) The earliest maize from San Marcos Tehuacán is a partial domesticate with genomic evidence of inbreeding. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 113:14151-14156.

van Heerwaarden, J.; Doebley, J.; Briggs, W.H.; Glaubitz, J.C.; Goodman, M.M. (2011) Genetic signals of origin, spread, and introgression in a large sample of maize landraces. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 108(3):1088-1092.

Vavilov, N.I. (1992) Origin and geographic of cultivated plants. Cambridge University Press, Cambridge.

Vielle-Calzada, J.P.; de la Veja, O.M.; Hernandez-Guzmán, G.; Ibarra-Laclette, E.; Alvarez-Mejia, C.; Veja-Arreguin, J.C.; y otros (2009) The palomero genome suggests metal effects on domestication. Science 326:1078.

Vigouroux, Y.; Glaubitz, J.; Matsuoka, Y.; Goodman, M.M.; Sánchez, G.J.; Doebley, J.F. (2008) Population structure and genetic diversity of new world maize races assessed by DNA microstellites. American Jornal of Botany 95:1240-1253.

Walker, R.S.; Ribeiro, L.A. (2011) Bayesian phylogeography of the Arawak expansion in lowland South America. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 278: 2562-2567.

Wang, L.; Yang, A.; He, C.; Qu, M.; Zhang, J. (2008) Creation of new maize germplasm using alien introgression from Zea mays ssp. mexicana. Euphytica 164: 789-801.

Watling, J.; Shock, M.P.; Mongelo, G.Z.; Almeida, F.O.; Kater, T.; De Oliveira, P.E.; y otros (2018) Direct archaeological evidence for Southwestern Amazonia as an early plant domestication and food production centre. PLoS One 13(7): e0199868.

Wellhausen, E.J.; Roberts, L.M.; Hernández, X.E. (en colaboración con Mangelsdorf, P.C.) (1951) Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México, D.F, pp.23-47.

Yang, C.J.; Samayoa, L.F.; Bradbury, P.J.; Olukolu, B.A.; Xue, W., York, A.M. y otros (2019) The genetic architecture of teosinte catalyzed and constrained maize domestication. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States 116:5643-5652.

Zeder, M.A. (2006) Central questions in the domestication of plants and animals. Evolutionary Anthropology 15:105-117.

Zeven, A.C. (1998) Landraces: a review of definitions and classifications. Euphytica 104:127-139.

Ziegler, K.E. (2001) Popcorn. In: Hallauer, A.R. (Ed.) Specialty corns. CRC Press, Boca Rato, Florida, pp.205-240.

Zohary, D. (2004) Unconscious selection and the evolution of domesticated plants. Economic Botany 58:5-10.

CAPÍTULO 2

RAZAS DE MAÍZ DE LAS AMÉRICAS: REVISITANDO LOS ESTUDIOS SOBRE LA DIVERSIDAD DE LA ESPECIE HASTA EL SIGLO XX

Aceptado: 03/11/2020

Natália Carolina de Almeida Silva
Ingeniera agrónoma
Doctora en Recursos Genéticos Vegetales
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada en la Universidad Tecnológica del Uruguay
Durazno, Uruguay
ID Lattes: 9960873114239453

Rafael Vidal
Ingeniero agrónomo
Doctor en Recursos Genéticos Vegetales
Investigador del Grupo InterABio y del Laboratorio de Fitotecnia del Departamento de Biología Vegetal
Profesor adjunto de la Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica
Montevideo, Uruguay
ID Lattes: 7810178532592114

Flaviane Malaquias Costa
Ingeniera agrónoma
Máster en Recursos Genéticos Vegetales
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 5977815050673863

Elizabeth Ann Veasey
Ingeniera agrónoma
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 8454553859685834

LA CLASIFICACIÓN NATURAL DEL MAÍZ Y EL CONCEPTO DE RAZAS

La primera idea de clasificar la diversidad del maíz fue concebida por Edward Lewis Sturtevant en su trabajo *Varieties of Corn,* publicado a fines del siglo XIX, que propuso la división taxonómica de las especies en grupos, en función de los atributos de forma, color y, principalmente, textura de grano (endospermo). Así, Sturtevant (1899) clasificó la diversidad de las especies sugiriendo su distribución en seis grupos: *Indurata* (pedernal o dura), *Saccaharta* (dulce), *Amylacea* (farinácea), *Indentata* (dentada), *Everta* (maíz pisingallo) y *Tunicata* (tunicado). Esta propuesta consistió en una clasificación botánica equivalente a la subespecie, lo que permitió la agrupación rápida de individuos, pero no consideró el componente geográfico y los usos que podrían darse a los diferentes tipos de grano. Esto significa que todo el maíz que tenía endospermo tipo pisingallo colectado en el estado de Acre o en Rio Grande do Sul, o en Brasil o México, pertenecía al mismo grupo. Además, no consideró el componente humano en la conservación, el manejo y el uso de esta diversidad y, por lo tanto, la clasificación de Sturtevant basada en subespecies fue definida por algunos autores como una «clasificación artificial». De todos

modos, se usó casi sin cambios durante las siguientes décadas debido a la falta de interés en la clasificación de la diversidad del maíz.

Con la aparición de nuevas hipótesis sobre el origen del maíz y la acumulación de conocimiento generado sobre la genética y la citología de la especie, el interés en la clasificación del maíz ha vuelto a motivar a la comunidad científica. Se destacan los trabajos de Edgar Anderson y Hugh Cutler (1942), quienes propusieron una nueva clasificación para estudiar la diversidad de las especies, nombrada por los autores la clasificación natural, basada en un conjunto de características morfológicas asociadas con información arqueológica de la especie y otros datos, como arqueológicos, y no solo en una sola característica. Fue desde esta perspectiva y haciendo una analogía con la diversidad de razas presentes en animales domesticados que los autores concibieron el concepto de razas de maíz (primero acuñado por Kulesov, 1929), definido como «un grupo de individuos relacionados con suficientes características en común para permitir su reconocimiento como grupo» (Anderson y Cutler, 1942).

El concepto de clasificación natural concebido por Anderson y Cutler permitió demostrar relaciones e indicar el origen de los diferentes tipos de maíz. En otras palabras, podemos pensar que la clasificación natural está relacionada con el proceso de conservación, manejo y uso de variedades criollas realizado por los agricultores, que separan naturalmente los diferentes tipos (razas) de maíz, principalmente por medio de características fenotípicas, que son clave para mantener la identidad genética de una variedad dada (Louette y otros, 1997; Silva y otros, 2017). El propio Hugh Cutler declaró que «la raza del maíz tiene cara del agricultor» (Cutler, 1946). Por lo tanto, el concepto se basa en la agrupación de variedades similares con respecto a las características fenotípicas, el origen geográfico y los usos mantenidos, principalmente, por los procesos de selección llevados a cabo por los agricultores (Louette y Smale, 2000; Serpolay-Besson y otros, 2014), que al mismo tiempo conserva y genera diversidad (Fernandes y otros, 2018).

La consagración de la clasificación de la raza alcanzó su punto máximo con la publicación del catálogo de razas de maíz en México (como se detalla a continuación), en el que se consideraron las características de la panoja, la espiga y la planta, y las características citológicas y fisiológicas, prestando atención especial en la distribución geográfica de las razas, a través del análisis e integración de datos de diferentes fuentes (Wellhausen y otros, 1951; Serratos, 2009).

Como el maíz es una especie alógama, se han mantenido diferentes razas durante siglos, incluso coexistiendo en áreas pequeñas. Este fenómeno puede explicarse en parte por mecanismos de aislamiento gametofítico (Brieger y otros, 1958). Por otro lado, hay razas que tienen poca o ninguna incompatibilidad entre ellas, y es común encontrar poblaciones que aparentemente son hibridaciones entre dos razas. De hecho, muchas variedades se han clasificado en razas principales

y secundarias. Precisamente debido a la divergencia de situaciones, se propuso dividir dos niveles para la clasificación de razas. El primero está relacionado con el complejo racial, que es la unidad superior formada por un conjunto de razas con características comunes, como el tipo, el color o la textura del endospermo, y que, al mismo tiempo, tienen una cierta variabilidad relacionada con las características adaptativas, como la precocidad. El otro nivel se refiere a las subrazas, que son unidades inferiores que difieren del grupo en una sola característica (Brieger y otros, 1958), que incluso puede ser el origen geográfico, como las subrazas *dente branco paulista* y *dente branco riograndense,* pertenecientes a la raza *dente branco* (Paterniani y Goodman, 1977). Por lo tanto, las razas de maíz (y sus niveles) no son una categoría taxonómica, como Sturtevant (1899) propuso inicialmente, su utilidad radica en ser una forma de clasificar la enorme diversidad presente en las especies a nivel de paisaje. La clasificación de las razas es una de las pocas formas de determinar la relación entre la diversidad del maíz y el estado de conservación en la granja in situ de variedades criollas de diferentes regiones, mantenidas en diferentes contextos socioculturales (Perales y Golicher, 2014).

Sin lugar a dudas, el concepto de razas de maíz fue un hito para los estudios de la diversidad de la especie, iniciando una serie de estudios que permitieron el establecimiento de estándares preliminares sobre las relaciones genéticas y la variabilidad del maíz en las Américas (Serratos, 2009). Fue precisamente después de las extensas colecciones de variedades criollas realizadas en el continente americano que se formalizó la propuesta de clasificación racial del maíz a nivel continental.

RAZAS DE MAÍZ AMERICANO: RECUERDOS DEL SIGLO XX

En su trabajo *El origen y la diversidad del maíz en el continente americano*, Serratos (2009) informa que el primer intento de clasificar las razas de maíz en México, América Central, parte de América del Sur y Estados Unidos se realizó a principios de la década de 1940. La exploración de la diversidad del maíz en las Américas fue apoyada principalmente por la Fundación Rockefeller, la Academia Nacional de Ciencias y el Consejo Nacional de Investigación de Estados Unidos, con el objetivo inicial de mapear, recolectar y organizar la diversidad del maíz con el propósito de desarrollar programas de mejoramiento genético para la especie (Serratos, 2009). En la Academia de Estados Unidos se formó un Comité para la Conservación de las Razas Indígenas de Maíz, que sirvió como coordinador del trabajo sobre la recolección y la descripción del maíz en las Américas que tuvo lugar hasta mediados de la década de 1970. En México y América Central, el Taller Especial de Estudios Agrícolas de México estuvo a cargo, junto con las instituciones

académicas, de la coordinación y la infraestructura del trabajo de campo. En América del Sur, el Instituto Colombiano de Agricultura asumió las funciones de coordinar y apoyar el trabajo de campo que se llevó a cabo para recolectar maíz en los países de esa región. Las variedades recolectadas se mantuvieron en bancos de germoplasma en México, Colombia y Brasil, además de las que ya existían en Estados Unidos (Serratos, 2009).

Como se mencionó, estos primeros trabajos de clasificación y ordenamiento de la diversidad del maíz basados en el concepto de raza propuesto por Anderson y Cutler (1942) se asentaron en la caracterización (morfológica, fisiológica, agronómica, citogenética, molecular) del germoplasma recolectado, que hizo posible establecer las primeras líneas de base de la diversidad del maíz[1] de cada país. Sin embargo, las características morfológicas de las espigas se consideraron clave para diferenciar las plantas en las diferentes categorías raciales. Esto se debe a que la espiga tiene características más útiles que cualquier otra parte de la planta, ya que es el órgano más especializado y la estructura que distingue al maíz de otros pastos, más que cualquier otro (Wellhausen y otros, 1951). Además, las características de la espiga son importantes en el estudio del maíz moderno y, aun así, son de especial interés porque persisten en restos arqueológicos que constituyen material valioso en los estudios sobre la evolución de la especie (Serratos, 2009).

Entre 1951 y 1966 se publicaron una serie de catálogos sobre razas de maíz en las Américas; el primero preparado por Wellhausen y sus colegas, dedicado a las razas de maíz en México (Wellhausen y otros, 1951). Estos autores propusieron la división de complejos raciales en función de períodos históricos que están relacionados con el proceso de intervención humana indispensable para el mantenimiento o la creación de las razas, siendo estas: i) los *antiguos indios*, considerados los primeros, se originaron a partir de los primeros eventos de domesticación; ii) *exóticos*, introducidos en México central y América del Sur durante la prehistoria; iii) *mestizas prehistóricas*, originadas a través de hibridaciones entre las razas *indígenas* y *exóticas* y/o con teosinte, y iv) *incipientes modernos*, que son razas que se han desarrollado desde la época de la conquista, pero que aún no han alcanzado condiciones de uniformidad racial (Wellhausen y otros, 1951). Del mismo modo, el concepto de complejo racial también se adoptó para la clasificación de las razas de maíz brasileñas, como se detallará más adelante.

La información sobre la diversidad de razas de maíz de la mayoría de los países de las Américas se compiló en los folletos conocidos como *The Races of*

---

1 Una línea base se entenderá aquí como una herramienta de información sistematizada y analizada que refleja el estado de la diversidad de una determinada especie en un cierto momento. De esta manera, las líneas base se convierten en referentes para estudios desde diferentes disciplinas y perspectivas, que contribuyen a un mejor conocimiento y apreciación del maíz y su diversidad, resaltando la importancia de los agricultores en la diversificación de la especie.

Maize Booklets, producidos para cada país, cuya información se resume en la Tabla 2.1, y sigue siendo la principal referencia para estudios sobre razas de maíz hoy (las razas de maíz de Brasil y Uruguay se presentarán en los próximos capítulos).

País (número de razas)	Razas catalogadas	Referencia
Argentina (43)	Amarillo de Ocho, Altiplano, Amargo, Avatí Morotí, Avatí Morotí Mita, Avatí Morotí Ti, Avatí Pichingá, Azul, Blanco Ocho Hileras, Calchaqui, Camelia, Canario de Formosa, Capia Blanco, Capia Garrapata, Capia Rosado, Capia Variegado, Catete, Oscuro, Chaucha Blanco, Chulpi, Colita Blanco, Complejo Tropical, Cravo, Cristalino Amarillo, Cristalino Amarillo, Anaranjado, Cristalino Blanco, Cristalino Colorado, Cristalino Naranja, Cristalino Rojo, Culli, Cuzco, Dentado Blanco Rugoso, Dentado Amarillo, Dentado Blanco, Dentado Amarillo Marlo Fino, Marrón, Morochito, Negro, Pericarpio Rojo, Perla, Perlita, Pipoca, Socorro, Tuzón, Venezolano	Cutler (1946); Brieger y otros (1958); Sanigagliesi y otros (1997)
Bolivia (77)	Achuchema, Amarillo Subtropical, Altiplano, Aperlado, Argentino, Ayzuma, Bayo, Blanco Mojo, Blanco Yungueño, Blando Amazónico, Blando Blanco, Blando Cruceño, Camba, Canario, Cateto, Chake Sara, Checchi, Cholito, Chuncula, Chuspillu, Concebideño, Colorado, Cordillera, Confite Puneño, Coroico, Coroico Amarillo, Coroico Blanco, Cubano Amarillo, Cubano Blanco, Cubano Dentado, Cuazco Boliviano, Cuzco Huilcaparú, Duro Amazónico, Duro Beniano, Enano, Harinoso de Ocho Hileras, Huaca Songo, Hualtaco, Huillcaparu, Jampe Tongo, Janka Sara, Kajbia, Karapampa, Kcello, Kellu, Kellu Huillcaparu, Kepi Siqui, Kulli, Morado, Morochillo, Morocho, Morocho Chaqueño, Morocho Chico, Morocho Grande, Morocho Ocho Hileras, Morocho Catorce Hileras, Niñuelo, Oke, Parú, Pasankalla, Patillo, Patillo Grande, Perla, Perla Amarillo, Perla Primitivo de los Llanos, Perola, Pisankalla, Pojoso Chico, Pororo, Pura, Purito, Reventón, Tuimuru, Uchuquilla, Yungueño	Ramírez y otros (1961)
Colombia (23)	Amagaceño, Andaquí, Cabuya, Cacao, Capio, Cariaco, Chococeño, Clavo, Común, Costeño, Güirua, Imbricado, Maíz Dulce, Maíz, Harinoso Dentado, Montaña, Negrito, Pira, Pira Naranja, Pollo, Puya, Puya Grande, Sabanero, Mandiocatán	Roberts y otros (1957)
Cuba (11)	Cubano Amarillo, Chandelle, Coastal Tropical Cristalino, Cuban Flint, Maíz Criollo, Tusón, Argentino, Canilla, White Pop, Yellow Pop, White Dent	Hatheway (1957)
Chile (29)	Amarillo Malleco, Amarillo Ñuble, Araucano, Capio Chico Chileno, Capio Grande Chileno, Capio Negro Chileno, Camelia, Choclero, Chulpi, Chutucuno Chico, Chutucuno Grande, Cristalino Chileno, Cristalino Norteño, Curagua, Curagua Grande, Dentado Comercial, Diente, Caballo, Dulce, Harinoso Tarapaqueño, Limeño, Maíz de Rulo, Marcame, Morocho Blanco, Morocho Amarillo, Negrito Chileno, Ocho Corridas, Pisankalla, Polulo, Semanero	Timothy y otros (1961)

Ecuador (31)	Canguil, Sabanero Ecuatoriano, Cuzco Ecuatoriano, Mishca, Patillo Ecuatoriano, Racimo de Uva, Kcello Ecuatoriano, Chillo, Chulpi Ecuatoriano, Morochón, Huandango, Montaña Ecuatoriano, Blanco Harinoso Dentado, Cónico Dentado, Uchima, Clavito, Pojoso Chico Ecuatoriano, Tusilla, Gallina, Candela, Maíz Cubano, Tuxpeño, Chococeño, Blanco Blandito, Cholito Ecuatoriano, Yunga, Enano Gigante, Yunquillano, Yungueño Ecuatoriano	Timothy y otros (1966)
Guatemala (33)	Criollo, Huesillo, Nal-Tel, Nal-Tel Amarillo, Nal-Tel Amarillo Tierra Baja, Nal-Tel Blanco Tierra Baja, Nal-Tel Amarillo Tierra Alta, Nal-Tel Blanco Tierra Alta, Nal-Tel Ocho, Imbricado; Serrano, San Marceño, Quiché, Quicheño Rojo, Quicheño Grueso, Quicheño Ramoso, Negrita, Negro, Negro Chico, Negro Chimaltenango Tierra Fria, Negro Chimaltenango Tierra Caliente, Salpor, Salpor Tardío, Salvadoreño, San Marceño, Olotillo, Olotón, Comiteco, Dzit Bacal, Tehua, Tepecintle, Tusón, Tuxpeño	Wellhausen y otros (1958)
El Salvador, Honduras, Costa Rica, Nicaragua, Panamá (11)	Nal Tel Blanco, Nal Tel Amarillo, Nal Tel Rojo, Nal Tel Panamá, Clavillo, Salvadoreño, Negro, Chocoseño, Cariaco, Huesillo, Cubano Amarillo Cristalino	Wellhausen y otros (1958)
México (69)	Ancho, Apachito, Arrocillo Amarillo, Arrocillo, Azul, Blandito, Blando Sonora, Bofo, Bolita, Cacahuacintle, Carmen, Celaya, Chalqueño, Chapalote, Clavillo, Comiteco, Conejo, Cónico, Cónico Norteño, Coscomatepec, Cristalino Chihuahua, Complejo Serrano Jalisco, Cubano Amarillo, Dulce de Jalisco, Dulcillo Noroeste, Dzit Bacal, Elotes Cónicos, Elotes ccidentales, Elotero de Sinaloa, Fasciado, Gordo, Harinoso, Harinoso de Ocho, Jala, Lady Finger, Maíz Dulce, Maizón, Motozinteco, Mushito, Nal Tel, Nal-Tel de Altura, Olotillo, Olotón, Onaveño, Palomero de Chihuahua, Palomero Toluqueño, Pepitilla, Ratón, Reventador, San Juan, Serrano de Jalisco, Tablilla, Tablilla de Ocho, Tabloncillo, Tabloncillo Perla, Tehua, Tepecintle, Tunicata, Tuxpeño Norteño, Tuxpeño, Vandeño, Xmejenal, Zamorano Amarillo, Zapalote Chico, Zapalote Grande	Wellhausen y otros (1951); Reif y otros (2006); Perales y Golicher (2014)
Paraguay (10)	Avatí Mita, Avatí Morotí, Avatí Ti, Avatí Guapí, Opaco, Pichinga Redondo, Sape Moroti, Sape Pyta, Tupí Morotí, Tupí Pyta	Brieger y otros 1958; Salhuana y Machado (1999)
Perú (66)	Ajaleado, Alazán, Alemán, Amarillo Huancabamba, Ancashino, Arequipeño, Arizona, Arizona Mochero, Blanco Ayabaca, Cabaña, Capio, Chancayano, Chancayano Amarillo, Chancayano Blanco, Chancayano Pintado, Chaparreño, Chimlos, Chullpi, Chuncho, Colorado, Confite Introducido, Confite Morocho, Confite Puneño, Confite Puntiagudo, Coruca, Cubano Amarillo, Cubano Amarillo Piricinco, Cuban Yellow Dent, Cuzco, Cuzco Cristalino Amarillo, Cuzco Gigante, Enano, Granada, Hibrido Amarillo Duro, Huachano, Huancavelicano, Huarmaca, Huayleño, Jora, Kculli, Marañon, Mochero, Mochero Pagaladroga, Morocho Cajabambino, Morocho Canteño, Morocho, Opaco, Pagaladroga, Pardo, Pardo Amarillo, Paro, Perla, Perlilla, Piricinco, Piscorunto, Rabo de Zorro, Rienda, Sabanero, San Gerónimo, Huancavelicano, Sarco, Shajatu, San Gerónimo, Tambopateño, Tumbesino, Tuxpeño, Uchuquilla	Grobman y otros (1961)

Estados Unidos (16)	Argentino, Canilla, Cariaco, Chapalote, Confite Morocho, Corn Belt Dent, Creole, Early Caribbean, Haitian White, Northern Flint, Northern Flour, Palomero Toluqueño, Saint Croix, Southern Dent, Tuson, White PopCorn	Sprague y Eberhart (1977)
Venezuela (19)	Aragüito, Cacao, Canilla Venezolano, Cariaco, Chandelle, Chirimito, Común, Costeño, Cuba Amarillo, Guaribero, Huevito, Negrito, Pira, Pollo, Puya, Puya Grande, Sabanero, Tusón, Tuxpeño	Grant y otros (1963)

Tabla 2.1. Las razas de maíz del continente americano: recuerdos del siglo xx.

Fuente: Adaptado de Serratos (2009).

A fines de la década de 1970 ya se había acumulado una gran cantidad de información sobre las razas de maíz del continente americano. Con el advenimiento de la taxonomía numérica[2] fue posible analizar la variabilidad del maíz de manera sistemática, considerando una gran cantidad de variables. Los trabajos de Goodman y Bird (1977) llevaron a cabo una exploración de las relaciones de 219 razas de maíz en todo Estados Unidos, para lo que utilizaron la información contenida en los folletos *The Races of Maize*. Los resultados de este trabajo permitieron describir 14 complejos raciales, presentados en la Tabla 2.2.

El estudio de las relaciones entre las razas permitió dilucidar, sugerir y responder preguntas relacionadas con el origen, la dispersión y la diversificación del maíz en otros lugares del continente americano, así como demostrar que las razas están genéticamente estructuradas de acuerdo con el patrón geográfico, que décadas después también ha sido probado por otros estudios con el uso de marcadores moleculares (Matsuoka y otros, 2002; Reif y otros, 2006; Vigouroux y otros, 2008; van Heerwaarden y otros, 2011; Bedoya y otros, 2017).

Siguiendo la cronología histórica, entre los años 80 y 90, se desarrolló el Proyecto Latinoamericano de Maíz (LAMP), con la participación de 12 países de todas las Américas. El LAMP fue financiado por la empresa *Pionner HiBred International* y coordinado por el Departamento de Agricultura y el Servicio de Investigación Agrícola de Estados Unidos (USDA), con coordinación regional o puntos focales en cada país (Serratos, 2009). El proyecto tenía como objetivo evaluar, seleccionar e intercambiar entre los países participantes germoplasma de maíz de América Latina y Estados Unidos, con el fin de impulsar y fortalecer los programas de mejora genética. Con esto, se evaluaron más de 12.000 accesos y se amplió la información sobre las colecciones nacionales, identificando las mejores razas para componer estos programas y generando una fructífera experiencia de trabajo conjunto a nivel regional.

2 Taxonomía numérica es un grupo de técnicas matemáticas mediante las cuales los organismos se clasifican en función de su semejanza o similitud. En general se utilizan características morfológicas, aunque en realidad se puede utilizar cualquier tipo de caracteres para agrupar las unidades taxonómicas operativas (Serratos, 2009).

Complejo racial*	Subgrupo	Razas
Cónico de los Valles Altos de México (*Conical Group)*	-	Arrocillo Amarillo (Mx**), Palomero Toluqueño (Mx), Cónico (Mx), Chalqueño (Mx) e Pepitilla (Mx).
Dentados del Caribe (*Caribbean Dents)*	**A:** Tabloncillo	Harinoso de Ocho (Mx), Elotes Occidentales (Mx), Olotillo (Mx) e Tabloncillo (Mx).
	B: Espiga Cilíndrica Mexicana	Jala (Mx), Tuxpeño (Mx), Bolita (Mx), Blanco Dentado (Cu), Tuxpeño (Vz), Arizona (Pe), Zapalote-Celaya (Mx), Zapalote-Vandeño (Mx).
	C: Dentado Cristalino Puya-Tuson	Maíz Dulce (Mx), Comiteco (Mx), Canilla (Cu), Tuson (Cu), Maíz Criollo (Cu), Puya (Vz).
Pisingallos del Sur (*Southern Popcorns)*	-	Avati Pichinga (Py), Polulo (Ch), Pororo (Bo-Py), Pisinkalla (Ar-Bo).
Pisingallos del Norte de América del Sur (*Northern South American Popcorns)*	**A:** Pipocas de Grão Redondo e Amarelo	Confite Morocho (Pe), Nal-Tel-Tusilla (Eq), Reventador Amarillo (Cu), Enano (Bo-Pe).
	B: Pipocas de Grão Redondo	Reventador Blanco (Cu), Pira (Co), Clavo (Co), Chirimito (Vz) Araguito (Vz), Canilla (Vz) e Guarivero (Vz).
	C: Pipocas Pontiagudas	Imbricado (Co), Canguil (Eq), Confite Pontiagudo (Pe).
Harinoso deTierras Bajas (*Lowland Flours)*	**A:** Amazônico	Entrelaçado (Br), Morado (Bo), Coroico (Bo), Piricinco (Pe).
	B: Pigmentado Amazônico	Guirua (Co), Negrito (Co), Candela (E), Negrito (Vz), Pagaladroga (Pe), Cabuya-Huandango (Co-Eq), Cacao-Alazan (Vz-Pe), Rienda-Chimlos (Pe).
Chapalote (*Chapalote Group)*	-	Chapalote (Mx), Reventador (Mx).
Noroeste de América del Sur (*Northwestern South American Races)*	**A:** Montanha	Sabanero (Eq), Morochón (Eq), Andaqui-Montaña (Co-Eq).
	B: Pollo	Pollo (Co), Patillo (Eq), Clavito (Eq), Mischa-Morocho (Eq-Pe) e Kcello-Pollo (Eq-Vz).
	C: Caribe-Montanha	Olotón (Mx), Sabanero (Co), Común (Co), Cateto Nortista (Gui), Vehima (Eq), Huevito (Vz), Perla (Pe), Cristalino Cubano (Cu), Montaña (Co), Costeño Gallina (Co-Eq), Puya (Co-Vz), Tusón-Costeño (Vz-Mx).
	D: Cariaco	Cariaco (Co), Cacao (Co), Chillo (Eq), Chulpi (Eq).
	E: Chococeño	Chococeño (Co-Eq), Pojoso Chico (Eq).
	F: Andino Harinoso	Cacahuacintle (Mx), Capio (Co), Mandiocatán (Co), Blanco Harinoso Dentado (Eq), Chaparreño (Pe), Sabanero (Pe), Arequipeño (Pe), Huchano (Pe), Chancayano (Pe), Chuncho (Pe), Jora (Pe) e Cariaco-Monchero (Vz-Pe).

Cono Sur *(Southern South American Races)*	**A:** Branco Harinoso e Cristalino	Moroti Precoce (Py), Cristal Sulino (Ar), Cristal (Br), Camba (Bo), Perola (Bo), Pojoso Chico (Bo), Curagua Grande (Ch), Dulce Golden Batam (Ch), Moroti (Py) Coroico Blanco (Bo) e Amarillo (Bo).
	B: Amarelo (Alaranjado) Cristalino-Dentado	Cateto Sulino Escuro (Vz), Cateto Sulino Grosso (Vz), Yungueño (Bo), Cubano Dentado (Bo), Cristalino (Ch), Dentado Comercial (Ch), Araucano (Ch), Canario do Ocho (Ch-Uy), Cateto (Ar-Vez-Ch-Br-Bo), Dentado (Br).
	C: Moroti Guapi	Cateto Cristalino (Ar).
Cristalinos Andinos do Sul (*South Andean Flints)*	**A:** De Altura	Chutucuno Grande (Ch), Confite Puneño (Pe), Puneño-Patillo (Bo).
	B: Uchuquilla Cristalino	Capia Amarillo de Ocho (Ar), Kcello (Bo), Chake-Sara (Bo), Patillo Grande (Bo), Karapampa (Bo), Uchuquilla (Ar-Bo).
Complejo Central Andino (*Central Andean Complex)*	**A:** Harinoso de Altura e Doce	Capia Amarillo (Ar), Altiplano (Bo), Capio Chico (Ch), Capio Grande (Ch), Chulpi (Pe), San Gerónimo-Huancavelicano (Pe), Chuspillo (Bo-Ch) e Marcame-Paro (Ch-Pe).
	B: Pigmentado	Ocke (Ar), Altiplano (Ar), Kulli (Bo), Aysuma (Bo), Cholito (Bo), Harinoso Tarapaqueño (Ch), Granada (Pe), Piscorunto (Pe), Marañon (Pe), Achilli (Ar), Huicaparu (Bo), Kculli-Huayleño (Pe), Ancash-Shajatu (Pe).
	C: Pigmentado Paru-Capio Negro	Paru (Bo), Capio Negro (Ch).
Dentados Blanco del Sur Modernos (*Modern Southern White Dents)*	-	Caingang (Br), Argentino (Bo), Pardo (Pe), Dente Branco (Br).
Complejo Cusco *(Cuzco Group)*	-	Cuzco (Bo-Eq), Niñuelo (Bo), Cuzco Cristalino Amarillo (Pe), Cuzco Huancavelicano (Bo-Pe), Cuzco (Pe).
Complejo Humahuaca (*Humahuaca Group*)	-	Capia Blanco (Ar), Culpi (Ar), Morocho (Ar), Bola Blanca (Ar).
Complejo Cravos (*Cravo Group)*	-	Dente Rio Grandense Rugoso (Br), Choclero (Ch), Cravo (Br).

Tabla 2.2. Complejos raciales y relaciones entre razas de maíz en el continente americano.

* Goodman y Bird (1977), y Corona y otros (2013)

** Ar-Argentina, Bo-Bolivia, Br-Brasil, Ch-Chile, Co-Colombia, Cu-Cuba, Eq-Ecuador, Mx-México, Py-Paraguay, Pe-Perú, Uy-Uruguay, Ven-Venezuela.

Con el paso del tiempo y la mejora de las técnicas de análisis de datos, algunos países llevaron a cabo nuevas colecciones y/o una revisión de la clasificación de las razas de maíz, considerando las primeras líneas de base. Incluso con todos los avances en términos de herramientas para estudiar la diversidad del maíz, las características morfológicas siguen siendo clave para la clasificación de razas, presentando una estructura poblacional fuerte (Galarreta y Álvarez, 2001; Pressoir y Berthaud, 2004a; Vaquera-Huerta y otros, 2005; Mijangos-Cortés y otros, 2007; Perales y Golicher, 2014). Además, se sabe que la mayoría de la diversidad de maíz se puede observar dentro de las razas y no entre razas, por lo que los estudios para clasificar razas con marcadores fenotípicos son más efectivos, mientras que los marcadores moleculares pueden informar sobre la diversidad interna de las razas y la calidad de su conservación.

En resumen, la clasificación de las razas marcó el comienzo de una serie de estudios sobre la diversidad del maíz en el continente americano, haciendo posible, entre otros: i) la elaboración de las primeras líneas de base sobre la diversidad de variedades criollas en las Américas; ii) la organización de colecciones ex situ y la estructuración de bancos de germoplasma; iii) la aclaración de aspectos sobre el origen, la domesticación, la dispersión y la diversificación del maíz; iv) el conocimiento de la diversidad de variedades criollas en cada país; v) el desarrollo de programas de mejora genética; vi) la capacitación de recursos humanos; vii) el desarrollo de técnicas para la recopilación, el procesamiento y el análisis de datos; viii) el intercambio de germoplasma e información, y ix) la aplicación del concepto de razas como herramienta para seleccionar muestras en estudios de diversidad y estructura de poblaciones genéticas utilizando marcadores moleculares.

RAZAS DE MAÍZ DE BRASIL

La primera indicación de una raza de maíz en Brasil data de 1946, a la que Anderson Cutler hace referencia en *Razas de maíz en América del Sur.* El autor menciona la raza *Cateto*, con granos amarillo-naranja, endospermo de de tipo flint (duro), con 12 a 16 hileras, típico del complejo racial *Duros da Costa Tropical* (flint tropical), también encontrado en todo el sureste del Caribe, Ecuador y Argentina. Cutler informó que la dispersión de esta raza probablemente coincide con la expansión de los grupos indígenas guaraníes, arahuacos, caribes y tupíes que poblaron las zonas costeras desde Cuba hasta Argentina, ingresando al interior de Brasil, donde se cultivaba el maíz guaraní (Cutler, 1946). A fines de la década de 1950, se publicó la primera clasificación de las razas de maíz brasileñas y uruguayas, presentada en el trabajo *Razas de maíz en Brasil y otros países del este de América del Sur* por Brieger y otros A partir de las colecciones originales, los autores realizaron

experimentos de campo en ESALQ/USP para evaluar las características morfológicas del grano, la espiga, la panoja y la planta, considerando un conjunto de 33 variables, entre cualitativas y cuantitativas. Con base en los resultados de los experimentos y la información previamente registrada durante las expediciones de recolección, como el origen geográfico y los usos que las poblaciones humanas mencionaron en ese momento, se describieron un total de 52 razas y subrazas, 22 de Brasil. Además, los autores propusieron una definición de razas complementaria al concepto de Anderson y Cutler (1942), considerando «un conjunto de poblaciones en panmixia que ocupan un área geográfica definida, con características comunes» (Brieger y otros, 1958). Los estudios de Brieger y sus colaboradores fueron exquisitos por la gran cantidad de información sobre las razas de maíz en esta parte del continente, realizaron una gran contribución en términos de conceptos y metodología y, por primera vez, una descripción detallada de las razas de maíz en Brasil.

Años más tarde, a fines de la década de 1970, Paterniani y Goodman (1977) revisaron la clasificación de razas en Brasil en la publicación *Razas de maíz en Brasil y áreas adyacentes* (Argentina, Bolivia, Guyana, Paraguay y Uruguay). El trabajo de Paterniani y Goodman (1977), a diferencia de la clasificación previa basada en variedades criollas, se basó en 91 compuestos formados por 1.200 poblaciones recolectadas en todas las regiones del país y áreas adyacentes, y evaluadas en experimentos de campo, considerando principalmente las características cuantitativas de la planta. Los autores indicaron 19 razas y 23 subrazas de Brasil y otros países, distribuidas en cuatro complejos raciales: i) *indígenas*, conservados por poblaciones indígenas aparentemente sin cambios desde la época precolombina; ii) *comerciales antiguos*, también por poblaciones indígenas desde el período precolombino, pero que fueron ampliamente cultivados después de la conquista y experimentaron cambios a lo largo del tiempo; iii) *comerciales recientes*, también llamados modernos, introducidos en el país en el siglo XIX, pero con un cierto nivel de introgresión de las razas indígenas de maíz, y iv) *exóticos*, cuyo germoplasma se introdujo totalmente de otros países, representados por variedades sintéticas. Paterniani y Goodman (1977) también describieron cinco nuevas razas que no fueron descritas por el grupo de Brieger: *Cravo*, *Dente branco*, *Hickory King*, *Semi-dentado* y *Tusón.*

En la Tabla 2.3 presentamos un resumen de la descripción de las razas y subrazas de maíz en Brasil considerando los estudios de Brieger y otros (1958), y Paterniani y Goodman (1977). Es evidente que los esfuerzos de recolección fueron muy desiguales entre las regiones del país. Por ejemplo, la única raza descrita para el noreste fue *Tusón,* una introducción reciente en ese momento y con un marlo grueso y cultivada en el estado de Bahía. Se observa que los dos trabajos están completos, la clasificación de Brieger y otros (1958) se centró en las razas *comerciales indígenas*

y antiguas (que también tienen orígenes indígenas), y la clasificación de Paterniani y Goodman (1977) se centró en las razas *comerciales recientes* y *exóticas.* Se ha prestado poca atención a las razas de maíz pisingallo y no se menciona la existencia de razas de maíz dulce. Combinando las dos clasificaciones, se describieron 20 carreras y 19 subrazas para Brasil (considerando que en algunos casos existen diferencias en términos de información entre las dos publicaciones).

Complejo racial	Nivel	Nombre	Distribución geográfica[1]	Tipo de grano	Referencia
Indígena	Raza	Avati Moroti	Mato Grosso, Paraná y Rio Grande do Sul	Harinoso	Brieger y otros (1958); Paterniani e Goodman (1977)
	Subraza	Avati Moroti Ti	Paraguay, suroeste Bolivia y suroeste Brasil	Harinoso	Brieger y otros (1958)
	Subraza	Avati Moroti Djakaira	Paraguay, suroeste Bolivia y suroeste Brasil	Harinoso	Brieger y otros (1958)
	Subraza	Avati Moroti Guapi	Paraguay, suroeste Bolivia y suroeste Brasil	Harinoso	Brieger y otros (1958); Paterniani e Goodman (1977)
	Subraza	Avati Moroti Mitá	Paraguay, suroeste Bolivia y suroeste Brasil	Harinoso	Brieger y otros (1958)
	Raza	Caingang[2]	São Paulo e Paraná	Harinoso	Brieger y otros (1958)
	Subraza	Caingang Paulista	São Paulo	Harinoso	Brieger y otros (1958)
	Subraza	Caingang Paranaense	Paraná	Harinoso	Brieger y otros (1958)
	Raza	Chavante	São Paulo e Mato Grosso do Sul	Harinoso	Brieger y otros (1958)
	Raza	Lenha	Solamente Rio Grande do Sul	Harinoso	Brieger y otros (1958); Paterniani e Goodman (1977)
	Raza	Entrelaçado[3]	Cuenca Amazónica	Harinoso	Brieger y otros (1958); Paterniani e Goodman (1977)
	Raza	Avati Pichingá	Paraguay, suroeste Bolivia y suroeste Brasil	Pipoca	Brieger y otros (1958); Paterniani e Goodman (1977)
	Raza	Avati Pichingá Iú	Paraguay, suroeste Bolivia y suroeste Brasil	Pipoca	Brieger y otros (1958); Paterniani e Goodman (1977)
	Raza	Pipoca Braquítica	Acre	Pipoca	Brieger y otros (1958)
	Raza	Carajá do Sul[4]	Pará	Harinoso	Brieger y otros (1958)
	Raza	Iauareté	Amazonas, cuenca del Rio Negro	Harinoso	Brieger y otros (1958)

Comercial Antiguo	Raza	Cristal Paulista[5]	São Paulo	Duro	Brieger y otros (1958)
	Raza	Cristal Mineira	São Paulo	Duro	Brieger y otros (1958)
	Raza	Cateto	Amplio territorio, de norte a sur del país	Duro	Cutler 1946; Brieger y otros 1958; Paterniani e Goodman 1977
	Subraza	Cateto de Assis Brasil	Rio Grande do Sul	Duro	Paterniani e Goodman 1977
	Subraza	Cateto Fino	São Paulo	Duro	Brieger y otros (1958)
	Subraza	Cateto Grosso	São Paulo	Duro	Brieger y otros (1958)
	Subraza	Cateto Grande	Mato Grosso	Duro	Paterniani e Goodman 1977
	Subraza	Charrua	Rio Grande do Sul	Duro	Brieger y otros (1958)
Comercial Reciente	Raza	Dente Rio Grandense	Rio Grande do Sul	Dentado	Brieger y otros (1958); Paterniani e Goodman (1977)
	Subraza	Dente Rio Grandense Rugoso	Rio Grande do Sul	Dentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Subraza	Dente Rio Grandense Liso	Rio Grande do Sul y Santa Catarina	Dentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Raza	Dente Paulista	Minas Gerais y São Paulo	Dentado	Brieger y otros (1958); Paterniani e Goodman (1977)
	Raza	Dente Branco	Rio Grande do Sul y Santa Catarina	Dentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Subraza	Dente Branco Rio Grandense	Rio Grande do Sul y Santa Catarina, São Paulo	Dentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Subraza	Dente Branco Paulista	São Paulo	Dentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Raza	Semi-Dentado	Rio Grande do Sul y Santa Catarina	Semidentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Subraza	Semi-Dentado Riograndense	Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Paraná y Minas Gerais	Semidentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Subraza	Semi-Dentado Paulista	São Paulo, Paraná y Minas Gerais	Semi-dentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Raza	Cravo	São Paulo y Rio Grande do Sul	Dentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Subraza	Cravo Rio Grandense	Rio Grande do Sul	Dentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Subraza	Cravo Paulista	São Paulo	Dentado	Paterniani e Goodman (1977)

Exótico	Raza	Hickory King	Rio Grande do Sul y Santa Catarina	Dentado	Paterniani e Goodman (1977)
	Raza	Tusón	Bahia	Dentado	Paterniani e Goodman (1977)

Tabla 2.3. Las razas de maíz de Brasil descritas por Brieger y otros (1958), y Paterniani y Goodman (1977).

1 Solo se consideró la distribución geográfica mencionada en el territorio brasileño, ya que algunas razas también se informaron en otros países incluidos en los estudios de Brieger y otros (1958), y Paterniani y Goodman (1977).

2 En la clasificación de Brieger y otros (1958) *caingang ICATU, caingang Vanuirí, caingang Manguinhos, caingang Ivaí, caingang Apucarana* también fueron mencionados, pero sin ninguna explicación y descripción y, por lo tanto, solo se consideran los São *Paulo* y *Paranaense* sublíneas.

3 La raza *entrelazada* se dividió en: *Acre, Bororó, Chavante, Tapirapé.* Lo consideramos como una sola raza, según lo informado por Paterniani y Goodman (1977).

4 *Carajá do Sul* se dividió en cinco razas: *Maisirará, Guararé, Itudoné, Mai* y *Pipoca* (sin nombre). Brieger y y otros (1958) todavía citan una carrera en el este de la Amazonía llamada *Emerilhón*, pero no tiene descripción. Ambas razas no están incluidas en Paterniani y Goodman (1977).

5 Brieger y otros (1958) consideraron dos razas: *Cristal Paulista* y *Cristal Mineira.* Paterniani y Goodman (1977) consideraron una sola raza *Cristal,* sin mencionar, por ejemplo, las subrazas *Paulista* y *Mineira,* pero indicando la subraza *Cristal semidentado,* que no ocurre en Brasil.

RAZAS DE MAÍZ DE URUGUAY

Brieger y colaboradores (1958) llevaron a cabo las primeras clasificaciones de razas que incluían variedades criollas uruguayas, con la indicación de siete razas: *Avati Moroti*, *Lenha*, *Cateto Sulino*, *Amarillo*, *Colorado*, *Cuarentino* y *Canario de Ocho.* En Paterniani y Goodman (1977) se describieron seis razas y una subraza: *Caingang*, *Cristal Sulino*, *Canario de Ocho*, *Cateto Sulino Precoce*, *Cateto Sulino* (subraza *Oscura*) y *Cateto Sulino Grosso*. No fue hasta 1978 que se realizó una gran expedición de recolección en todo el territorio uruguayo como parte de un proyecto de investigación internacional entre el IPGR y la Facultad de Agronomía de la Universidad de República, dentro del alcance de la *Colección, Conservación y Evaluación de Germoplasma de Maíz en la Región Oriental de América del Sur.*

Dicho proyecto fue coordinado por el agrónomo José de León, lo que permitió organizar una colección ex situ compuesta por 859 variedades criollas de maíz, con predominio de granos de color naranja y tipo de endospermo duro (*flint*). Posteriormente, esta colección se caracterizó con base en los descriptores

morfológicos de la espiga y el grano, reunidos en 16 grupos preliminares: 1) *Morado*, 2) *Colorado Flint*, 3) *Colorado Flint del Este*, 4) *Colorado Flint Ocho Hileras*, 5) *Colorado Cuarentón*, 6) *Colorado Cónico Grano Grande*, 7) *Colorado Conical Grano Chico*, 8) *Colorado Cuarentino*, 9) *Amarillo Liso*, 10) *Amarillo Semiflint*, 11) *Amarillo Dentado*, 12) *Amarillo Catete*, 13) *Blanco Catete*, 14) *Blanco Liso*,15) *Blanco Dentado* y 16) *Pisingallo* (De María y otros, 1979).

Un año después, De María y otros, con base en datos fenotípicos obtenidos de las parcelas de caracterización y evaluación de 852 variedades criollas (y no el total de 859 variedades criollas), propusieron una revisión de los grupos establecidos por De León. Las características evaluadas se dividieron en primarias (rendimiento de grano, rendimiento de forraje y alojamiento) y secundarias (ciclo, altura de planta y espiga, macolla, número de espigas y características de espiga y grano). Los autores tomaron como referencia la clasificación racial realizada por Paterniani y Goodman (1977).

La clasificación de razas por De María y otros (1979) se comparó con una clasificación numérica, considerando las herramientas estadísticas de análisis de conglomerados Ward MLM (Gutiérrez y otros, 2003). La clasificación numérica estableció siete grupos. Cinco razas (*Dente Branco*, *Morotí*, *Cuarentino*, *Pipoca*) predominaron, cada una en un grupo diferente. La raza *Cateto Sulino,* que tenía la mayor varianza y el mayor número de variedades, se dividió en dos grupos, mezclados con las *razas Dente Riograndense*, *Riograndense Semidentado*, *Cateto Sulino Grosso*, *Canario de Ocho* y *Cristal*, y las últimas tres razas mostraron diferencias en relación con los demás, principalmente con respecto a la altura y el ciclo de la planta.

Así, en Uruguay se clasificaron 10 razas y tres subrazas, como se muestra en la Tabla 2.4. Se hace notar que las razas autóctonas *Lenha* y *Caingang*, indicado por Brieger y otros (1958), y Paterniani y Goodman (1977), respectivamente, no se observaron entre las 859 variedades criollas evaluadas por De León. Las otras razas han cambiado su nombre o su grupo, según los estudios de De María y otros (1979), y Gutiérrez y otros (2003) Además, en las clasificaciones de las razas de maíz uruguayo no se incluyó información sobre los usos u orígenes de las variedades criollas.

Complejo racial	Nivel	Nombre	Distribución geográfica[1]	Tipo de grano	Referencia
Indígena	Raza	Moroti o Moroti Precoce[2]	Ca; CL; La; Ri; Ro; Sa; SJ; So; Ta	Harinoso	Paterniani y Goodman (1977); De María y otros (1979)
	Raza	Pisingallo	Ca; Co; Ro; Sa; SJ; So; Ta	Pisingallo	De María y otros (1979)
Comercial antigua	Raza	Cristal o Cristal Sulino[3]	Ar; Co; La; Sa; So	Duro	Paterniani y Goodman (1977); De María y otros (1979)
	Raza	Cateto Sulino	Ar; Ca; CL; Co; La; Ma; Pa; RN; Ri; Ro; Sa; So; Ta	Duro	Paterniani y Goodman (1977); De María y otros (1979)
	Subraza	Cateto Sulino Oscuro	Ca, SJ, Ri, Ta.	Duro	Paterniani y Goodman (1977); De María y otros (1979)
	Raza	Cateto Sulino Grueso	Ca; La; Ma; Ri; Ro; Sa; SJ; Ta	Duro	Paterniani y Goodman (1977); De María y otros (1979)
	Raza	Canario de Ocho	Ca; Ro; SJ	Duro	Paterniani y Goodman (1977); De María y otros (1979)
	Raza	Cuarentino	Ar; Ca; Co; Du; Ma; Pa; RN; Sa; SJ; So; Ta	Duro	De María y otros (1979)
Comercial Reciente	Raza	Semi-dentado Riograndense	Ca; CL; Co; Ma; Ri; Ro; Sa; So	Semi-dentado	De María y otros (1979)
	Raza	Dente Rio Grandense	Ca; La; Ma; SJ; Ta	Dentado	Paterniani y Goodman (1977); De María y otros (1979)
	Subraza	Dente Rio Grandense Liso	Ta	Dentado	Paterniani y Goodman (1977); De María y otros (1979)
	Raza	Dente Branco Riograndense	Ca; CL; Co; La; Pa; RN; Ri; Ro; SJ; So: Ta	Dentado	Paterniani y Goodman (1977); De María y otros (1979)

Tabla 2.4. Razas de maíz de Uruguay.

1 Departamentos (estados): Ar-Artigas; Ca-Canelones; CL-Cerro Lago; Co-Colonia; La-Lavalleja; Ma-Maldonado Ri-Rivera; RN-Río Negro; Ro-rocha; Sa-salto; SJ-San José; So-Soriano; Ta-Tacuarembó; Pa-Paysandú.

2 Nombrado por Paterniani y Goodman (1977) de *Moroti temprano* y De María y otros (1979) por *Moroti.*

3 Nombrado por Paterniani y Goodman (1977) de *Cristal sulino* y De María y otros (1979) de *Cristal.*

CONSIDERACIONES FINALES

Con respecto a la historia de los estudios de razas de maíz de Brasil y Uruguay hasta el siglo xx, podemos resumir las siguientes ideas: i) las clasificaciones no incluían todas las regiones de los países; ii) la caracterización de los usos de las razas fue poco explorada o no fue adoptada como una herramienta para la clasificación racial; iii) se observa que cuando se revisaron los grupos propuestos por De León, se perdieron los nombres originales de las razas, adoptando la nomenclatura utilizada en Brasil, en portugués; iv) las razas descritas en la Tabla 2.3 (Brasil) y la Tabla 2.4 (Uruguay) se considerarán, en este libro, la primera *Línea de Base de Diversidad de Maíz* de ambos países, con 20 razas descritas para Brasil y 10 razas descritas para Uruguay.

REFERENCIAS

Anderson, E.; Cutler, H. (1942) Races of Zea mays. I. Their recognition and classification. Annals of the Missouri Botanical Garden 29:69-89.

Bedoya, C.A.; Dreisigacker, S.; Hearne, S.; Franco, J.; Mir, C.; Prasanna, B.M.; Taba, S., y otros (2017) Genetic diversity and population structure of native maize populations in Latin America and the Caribbean. PLoS One 12(4):e0173488.

Brieger, F.G.; Gurgel, J.T.A.; Paterniani, E.; Blumenchein, A.; Alleoni, M.R. (1958) Races of maize in Brazil and other eastern South American Countries. National Academic of Sciences, Washington DC.

Corona, A.O.; Herrera, M.D.J.G.; Ortiz, R.E.P. (2013) Diversidad y distribución del maíz nativo y sus parientes silvestres en México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Biblioteca Básica de Agricultura, México.

Cutler, H.C. (1946) Races of maize in South America. Botanical Museum Leaflets 12:257-299.

De María, F.; Fernández, G.; Zoppolo, G. (1979) Caracterización agronómica y clasificación racial de las muestras de maíz colectadas en Uruguay bajo el Proyecto IBPGR y Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr., Universidad de la República, Uruguay.

Fernandes, G.B.; Silva, N.C.A.; Costa, F.M.; Soares, L.P.; Elteto, Y.M.; Vidal, R. (2018) A «dinâmica das espigas»: como os agricultores da zona da mata de minas gerais/brasil selecionam suas semillas e ampliam a diversidade do milho? In: VII Congreso Latinoamericano de Agroecología. Agroecología: Ciencia, Práctica y Movimiento para alcanzar la Soberanía Alimentaria Guayaquil, Ecuador.

Galarreta, R.J.; Alvarez, A. (2001) Morphological classification of maize landraces from northern Spain. Genetic Resources and Crop Evolution 48:391-400.

Goodman, M.M.; Bird, R.M. (1977) The races of maize IV. Tentative grouping of 219 Latin American races. Economic Botany 31:204-221.

Grant, U.; Hatheway, W.H.; Timothy, D.H.; Cassalett, C.; Roberts, L.M. (1963) Races of maize in Venezuela. National Academy of Sciences, NRC Publication 1136, Washington DC.

Grobman, A.; Salhuana, W.; Sevilla, R.; Mangelsdorf, P.C. (1961) Races of maize in Peru. National Academy of Sciences, NRC Publication 915, Washington DC.

Gutiérrez, L.; Franco, J.; Crossa, J.; Abadie, T. (2003) Comparing a preliminary racial classification with a numerical classification of the maize landraces of Uruguay. Crop Science 43:718-727.

Hatheway, W.H. (1957) Races of maize in Cuba. National Academy of Sciences, NRC Publication 453, Washington DC.

Kuleshov, N.N. (1929). The geographical distribution of the varietal diversity of maize in the world. Bulletin of Applied Botany, of Genetics and Plant Breeding 20:425-510.

Louette, D.; Charrier, A.; Berthaud, J. (1997) In situ conservation of maize in Mexico: genetic diversity and maize seed management in a traditional community. Economic Botany 51:20-38.

Louette, D.; Smale, M. (2000) Farmers "seed selection practices and traditional maize varieties in Cuzalapa, Mexico. Euphytica 113:25-41.

Matsuoka, Y.; Vigouroux, Y.; Goodman, M.M.; Sánchez, J.J.; Buckler, E.; Doebley, J.F. (2002) A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 99:6080-6084.

Mijangos-Cortés, J.O.; Corona-Torres, T.; Espinosa-Victoria, D.; Munoz-Orozco, A.; Romero-Penaloza, J.; Santacruz-Varela, A. (2007) Differentiation among maize (Zea mays L.) landraces from the Tarasca Mountain Chain, Michoacan, Mexico and the Chalqueno complex. Genetic Resources and Crop Evolution 54:309-325.

Paterniani, E.; Goodman, M.M. (1977) Races of maize in Brazil and adjacent areas. CIMMYT, Mexico City.

Perales, H.; Golicher, D. (2014) Mapping the diversity maize races in Mexico. PLoS One 9(12):e114657.

Pressoir, G.; Berthaud, J. (2004a) Patterns of population structure in maize landraces from the Central Valleys of Oaxaca in Mexico. Heredity 92:88-94.

Pressoir, G.; Berthaud, J. (2004b) Population structure and strong divergent selection shape phenotypic diversification in maize landraces. Heredity 92:95-101.

Ramírez, R.; Timothy, D.H.; Díaz, E.; Grant, U.J.; Nicholson-Calle, G.E.; Anderson, E.; Brown, W.L. (1961) Razas de maíz en Bolivia. Ministerio de Agricultura de Colombia, Oficina de Investigaciones Especiales, Boletín Técnico no. 9. Editorial ABC, Bogotá, Colombia.

Reif, J.C.; Warburton, M.L.; Xia, X.C.; Hoisington, D.; Crossa, J.; Taba, S.; y otros (2006) Grouping of accessions of Mexican races of maize revisited with SSR markers. Theoretical and Applied Genetics 113:177-185.

Roberts, L.M.; Grant, U.J.; Ramírez, R.; Hatheway, W.H.; Smith, D.L.; Mangelsdorf, P.C. (1957) Razas de maíz en Colombia. Ministerio de Agricultura de Colombia, Oficina de Investigaciones Especiales, Boletín Técnico no. 2. Editorial Máxima, Bogotá, Colombia.

Salhuana, W.; Machado, V. (1999) Races of maize in Paraguay. United States Department of Agriculture, Agricultural Research Service, and The Maize Research Program of the Paraguayan Ministry of Agriculture and Livestock, Publication No. 25.

Senigagliesi, C.; Scoppa, C.O.; Freggiaro, D.A.; Martínez, A.J.; Clausen, A.; Polidoro, O.; Ferrer, M. (1997) Catálogo de germoplasma de maíz de Argentina. Instituto Agronomico per L'outremare, Firenze.

Serpolay-Besson, S.; Giulianao, S.; Schermann, N.; Chable, V. (2014) Evaluation of evolution and diversity of maize open-pollinated varieties cultivated under contrasted environmental and farmers" selection pressures: a phenotypical approach. Open Journal of Genetics 4:125-145.

Serratos, J.A. (2009) The origin and diversity of maize in the American continent. Universidad Autonoma de la Ciudad de Mexico, Ciudad de Mexico.

Silva, N.C.A.; Vidal, R.; Ogliari, J.B. (2017) New popcorn races in a diversity microcenter of Zea mays L. in the Far West of Santa Catarina, Southern Brazil. Genetic Resources of Crop Evolution 64: 1191-1204.

Sprague, G.F.; Eberhart, S.A. (1977) Corn breeding. In: Sprague, G.F. (ed) Corn and corn improvement. American Society of Agronomy, Wisconsin, USA, pp.305-362.

Sturtevant, E.L. (1899) Varieties of corn. USDA Bulletin. No. 57, Washintong, D.C.

Timothy, D.H.; Hatheway, W.H.; Grant, U.J.; Torregroza, M.; Sarria, D.; Varela, D. (1966) Razas de maíz en Ecuador. Instituto Colombiano Agropecuario, Ministerio de Agricultura de Colombia, Boletín Técnico no. 12, Bogotá, Colombia.

Timothy, D.H.; Peña, B.; Ramírez, R.; Brown, W.L.; Anderson, E. (1961) Races of maize in Chile. National Academy of Sciences, NRC Publication 847, Washington DC.

Vaquera-Huerta, H.; Santacruz-Varela, A.; López-Romero, G.; Castillo-González, F.; Córdova-Tellez, L.; Munoz-Orozco, A. (2005) Caracterización morfológica de poblaciones nativas de maíz del Istmo de Tehuantepec, México. Revista de Ciencia y Tecnología de América 30:284-290.

van Heerwaarden, J.; Doebley, J.; Briggs, W.H.; Glaubitz, J.C.; Goodman, M.M. (2011) Genetic signals of origin, spread, and introgression in a large sample of maize landraces. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 108(3):1088-1092.

Vigouroux, Y.; Glaubitz, J.; Matsuoka, Y.; Goodman, M.M.; Sánchez, G.J.; Doebley, J.F. (2008) Population structure and genetic diversity of new world maize races assessed by DNA microstellites. American Jornal of Botany 95:1240-1253.

Wellhausen, E.J.; Roberts, L.M.; Hernández, X.E. (en colaboración con Mangelsdorf, P.C.) (1951) Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaria de Agricultura y Ganadería, México, D.F, pp.23-47.

Wellhausen, E.J.; Roberts, L.M.; Hernández-Xolocotzi, E.; Mangelsdorf, P.C. (1952) Races of maize in Mexico. Bussey Institute, Harvard University, Cambridge.

Wellhausen, E.J.; Fuentes, A.; Hernández-Corzo, A.; Mangelsdorf, P.C. (1958) Razas de maíz en la América Central. Folleto Técnico no. 31, Oficina de Estudios Especiales, Secretaría de Agricultura y Ganadería, México, D.F.

CAPÍTULO 3

DIVERSIDAD GENÉTICA EN COLECCIONES EX SITU DE MAÍZ DEL CONO SUR

Aceptado: 03/11/2020

Mariana Vilaró Varela
Ingeniera agrónoma
Máster en Ciencias Ambientales
Docente asistente del Departamento de Sistemas Agrarios y Paisajes Culturales, Centro Universitario Regional del Este
Rocha, Uruguay

EL MAÍZ EN EL CONO SUR DE SUDAMÉRICA

Como se detalla en el Capítulo 1, las culturas precolombinas que habitaron Centroamérica hace unos 9.000 años comenzaron a domesticar el maíz (Matsuoka y otros, 2002; Piperno y otros, 2009) en un proceso que continúa siendo estudiado hasta hoy. La especie se diseminó por América y luego al resto del mundo, generando una diversidad genética excepcional a partir de la acción humana y adaptaciones a diferentes ambientes. Los países del Cono Sur de América del Sur (Argentina, Brasil, Bolivia, Chile, Paraguay y Uruguay) poseen una riqueza muy importante de variedades criollas de maíz (Brieger y otros, 1958; Paterniani y Goodman, 1977), que han conservado de forma tradicional en el tiempo, principalmente por productores familiares (Vidal, 2016).

IMPORTANCIA DE LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA

La región de las tierras bajas de Sudamérica es reconocida como *centro de diversidad genética secundario* para el maíz (Berreta y otros, 2007; Vidal y otros, 2009; Ferrer y otros, 2016). En esta área existen registros de cultivo de maíz que datan de unos 3.000 años (Iriarte y otros, 2004). Los maíces indígenas cultivados por distintas culturas en América del Sur dieron origen a las que luego fueron conocidas como *razas comerciales antiguas* (Paterniani y otros, 2000). Estos maíces indígenas, que eran sembrados por los indios guaraní, *cáingang*, tupi, entre otros, tuvieron una gran importancia en el mejoramiento genético actual del cultivo. Trabajos recientes realizados en el sur de Brasil han identificado un microcentro de diversidad en este territorio (Costa y otros, 2017). Además del desarrollo de una gran cantidad de variedades criollas de maíz, la región alberga un *pool* génico con importantes adaptaciones locales (Bracco y otros, 2016).

La diversidad genética intraespecífica representa una fuente muy importante de variabilidad natural para el desarrollo del cultivo de maíz a nivel mundial. Mantener esta diversidad es esencial para lograr rendimientos estables y permitir adaptaciones a nuevas enfermedades o cambios en el ambiente. En

particular, las variedades criollas contienen un reservorio de diversidad genética importantísimo para el desarrollo futuro del cultivo a nivel mundial. Existen muchas características de interés agronómico provenientes de razas indígenas de maíz que pueden ser incorporadas exitosamente en programas de mejoramiento genético. Estas comprenden desde factores nutricionales hasta fuentes de resistencia a plagas y enfermedades, o adaptaciones a condiciones ambientales específicas.

El grupo de razas conocido como *catetos* (también *amarillo*, *cuarentón* y *colorado*) se caracteriza por sus granos duros, amarillos a anaranjados y por ser uno de los grupos más extendidos en Sudamérica. Presenta contenidos elevados de proteínas y carotenoides, y algunas líneas muestran tolerancia al aluminio (Guimarães y otros, 2014), así como resistencia a estrés biótico y abiótico, que puede ser de interés para el mejoramiento. La raza *blanco dentado* (Fernández y otros, 1983; Ozer Ami y otros, 1995; Salhuana y otros, 1998) también ha mostrado resultados promisorios por su muy buena *performance* en producción de grano y rendimiento de forraje. Estudios realizados en variedades criollas de maíz la destacan como una fuente de metabolitos secundarios (carotenoides, antocianinas y compuestos fenólicos) de utilidad para la nutrición humana y las industrias farmacéuticas y cosméticas (Uarrota y otros, 2011). Se ha estudiado la diversidad de compuestos químicos presentes en los estilos de maíz (barbas) de variedades criollas provenientes de Brasil, con reconocidas propiedades terapéuticas; los resultados mostraron diferencias en la composición química de estos compuestos de acuerdo con el origen de los materiales analizados (Kuhnen y otros, 2010).

En cuanto a la tolerancia a aluminio, en una comparación entre híbridos provenientes de cuatro compañías de semilla y variedades criollas de productores, se confirmó la superioridad de las variedades criollas en su tolerancia a este compuesto (Coelho y otros, 2016). Las mismas podrían ser exploradas en programas de mejoramiento para la introgresión de alelos de interés en germoplasma elite, posibilitando el desarrollo de genotipos comerciales con mayores tolerancias a aluminio. Por otra parte, las variedades criollas resistentes a insectos pueden ser una alternativa a los métodos convencionales de control. El uso de variedades criollas resistentes a *Diabrotica speciosa* (Germar) es una herramienta importante para el manejo de esta enfermedad, pudiéndose utilizar esta resistencia en programas de mejoramiento genético (Costa y otros, 2018). Con respecto a enfermedades provocadas por hongos como *E. turcicum* y *B. maydis*, se han encontrado genotipos con resistencia genética promisoria para ser utilizados en programas de mejoramiento en la raza *pipoca* (Kurosawa y otros, 2018).

Proyectos internacionales como el *Latin American Maize Project-LAMP* (Salhuana y otros, 1997), que comenzó en el año 1987 y luego continuó con el *Germplasm Enhancement of Maize* (GEM, 2003), tuvieron como objetivo promover

el uso de la diversidad genética existente en el cultivo, introduciendo germoplasma de maíz de distintas partes del mundo en materiales adaptados. El Proyecto GEM, particularmente, buscó ampliar la base genética del maíz de Estados Unidos con el fin de aumentar la productividad y la diversidad genética. Se buscó mejorar características de grano como composición, calidad del aceite y del almidón provenientes de germoplasma exótico, e introducirlas en líneas endocriadas adaptadas. En un trabajo más reciente, se demostró el potencial de las líneas dobles haploides derivadas de variedades criollas para ampliar la base genética de líneas adaptadas, confirmando la utilidad de realizar cruzas entre materiales elite y variedades criollas (Strigens y otros, 2013).

Actualmente se realizan esfuerzos a nivel mundial que apuntan a caracterizar las variedades criollas tanto a nivel genético como fenotípico, para permitir la selección y el uso de estos recursos en mejoramiento genético (Hellin y otros, 2014). Un ejemplo es *Seeds of Discovery* (SeeD), una iniciativa conjunta entre el CIMMYT y el Gobierno de México que ha comenzado un sondeo intensivo de la diversidad fenotípica y molecular del germoplasma de maíz conservado ex situ en el CIMMYT (http://seedsofdiscovery.org/seed/about/). La meta es estudiar la variación genética disponible en los recursos genéticos de maíz y trigo a través de herramientas bioinformáticas, y poner a disposición la información sobre alelos favorables y haplotipos asociados a caracteres de interés para los mejoradores (en particular tolerancia a estrés biótico y abiótico y calidad nutricional), de una forma que sea fácilmente utilizable.

Las variedades locales y las razas indígenas que mantienen activamente los productores como poblaciones de polinización abierta son un componente clave de la agrobiodiversidad. Sin embargo, estas variedades tradicionales están siendo reemplazadas por cultivares mejorados (Gimenes e Lopes, 2000) a ritmos crecientes. El reemplazo de las variedades locales por cultivares modernos más uniformes es una de las principales causas de erosión genética. En muchos casos, asociadas a esas variedades tradicionales se pierden también tradiciones indígenas de cultivo, con la consecuencia de que muchas de ellas no podrán ser colectadas nuevamente (Valente y otros, 1999).

COLECCIONES DE MAÍZ EN LA REGIÓN

En la década del 70, previo a la difusión comercial de cultivares híbridos y transgénicos, se realizaron importantes misiones de colecta de germoplasma de maíz en campos de productores en países del Cono Sur. Las muestras se conservaron ex situ en bancos de germoplasma nacionales e internacionales. Se caracterizaron y evaluaron en sus países de origen, y se publicaron catálogos de

recursos genéticos. En los catálogos se incluye información sobre la identificación y localización geográfica de las accesiones —datos de *pasaporte*—, además de descriptores morfológicos y agronómicos y una clasificación racial (Anderson e Cutler, 1942).

El conocimiento asociado a las colecciones de germoplasma conservadas ex situ es fundamental para favorecer su conservación, ya que posibilita que las colecciones estén más accesibles y fomenta el uso de estas en programas de mejoramiento genético. En este sentido, la información eco-geográfica asociada al sitio de colecta de las accesiones ha demostrado ser muy útil para clasificar el germoplasma en distintos cultivos (Greene e Hart, 1996; Guarino y otros, 1999; Steiner, 1999; Malosetti y Abadie, 2001; Parra-Quijano y otros, 2011; Loskutov y otros, 2017). En maíz, particularmente, se ha utilizado exitosamente información sobre el origen eco-geográfico asociado al tipo de grano para clasificar variedades criollas (Abadie y otros, 1998; Burle y otros, 2002), y para seleccionar la colección núcleo de maíz de Brasil (Abadie y otros, 1999).

PATRONES DE DIVERSIDAD GENÉTICA EN EL CONO SUR

A continuación se presentan los principales resultados de un trabajo que tuvo por objetivo estudiar la distribución geográfica de las colecciones de maíz de países del Cono Sur y analizar su diversidad genética en función del tipo de grano (Vilaró y otros, 2020). Los sitios de colecta de las accesiones que integran las colecciones de maíz de estos países se muestran georreferenciados en la Figura 3.1.

Las bases de datos utilizadas para la elaboración de estos mapas provienen, para el caso de las colecciones de Uruguay, Chile y Bolivia, de los catálogos de recursos genéticos (Fernández y otros, 1983; Paratori y otros, 1990; Avila y otros, 1998). En cuanto a los datos de las accesiones de Argentina, Paraguay y Brasil, estos fueron proporcionados por cooperadores de INTA, CRIA y BAG-EMBRAPA, respectivamente. Para mapear la distribución geográfica de las colecciones se utilizó el programa DIVA-GIS (Hijmans y otros, 2001). Como se observa en el mapa de la región, las colectas abarcan distintas zonas eco-geográficas del Cono Sur de América, apreciándose una importante dispersión y también patrones de concentración de las accesiones.
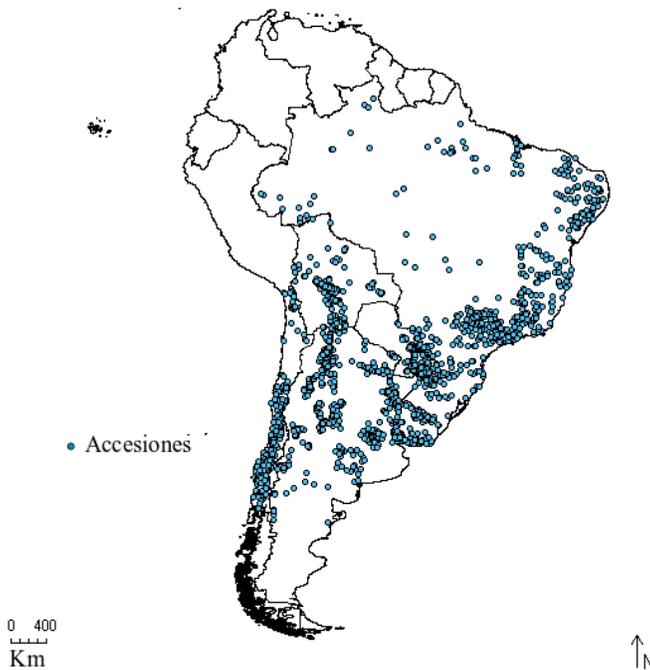
Figura 3.1. Ubicación de los sitios de colecta de las colecciones de maíz de los países del Cono Sur.

Al analizar los patrones de distribución de los distintos tipos de grano de maíz en la región (Figura 3.2), se observa que en términos generales los maíces de tipo harinoso y *pipoca* se localizan preferentemente en áreas que fueron habitadas por distintos grupos indígenas (guaraní, tupí guaraní, cáingang y chavante). De esta forma, se registran concentraciones importantes de maíz de grano harinoso en Paraguay, Bolivia y las zonas norte y central de Chile. Por su parte, los maíces de granos duros se encuentran distribuidos por toda la región y predominan al sureste de Brasil y a lo largo de la costa atlántica. En Uruguay, más de la mitad de la colección está representada por granos de tipo duro, presentando una distribución amplia en todo el país. En Chile, el maíz de grano duro representa aproximadamente un 40 por ciento de la colección nacional, con una distribución dispersa. En Argentina, este tipo de grano se encuentra restringido a la provincia de Buenos Aires y el norte del país. Los maíces de tipo dentado, que en términos generales se distribuyen a lo largo de la costa atlántica desde Brasil hasta Uruguay, tienen su origen en introducciones desde Estados Unidos. Los maíces de grano tipo *pipoca*, por su parte, se concentran en áreas que fueron antiguamente ocupadas por los indios guaraní. Estos se registraron principalmente en las zonas centrales de Chile y Argentina, y de manera dispersa tanto en Brasil como en Uruguay.

La distribución de los distintos tipos de grano (*pipoca*, duros, harinosos y dentados) se relaciona con etapas diferenciales en el proceso de domesticación del cultivo; se asume que los maíces primitivos fueron de tipo *pipoca*, apareciendo luego los granos duros, harinosos y por último los dentados. Los indios guaraníes cultivaban un maíz de tipo harinoso perteneciente a la raza *Avatí morotí*, un maíz blanco duro de la raza *Avatí tupí* y dos tipos de maíz *pipoca*: uno con granos redondeados (*Avatí pichingá ihú*) y otro con granos en punta (*Avatí pichangá*). Como regla general, el maíz de tipo harinoso predomina en poblaciones con descendencia indígena, mientras que la mayoría de los materiales utilizados en programas de mejoramiento genético corresponden a tipos dentados y duros que evolucionaron en América del Norte y Central.
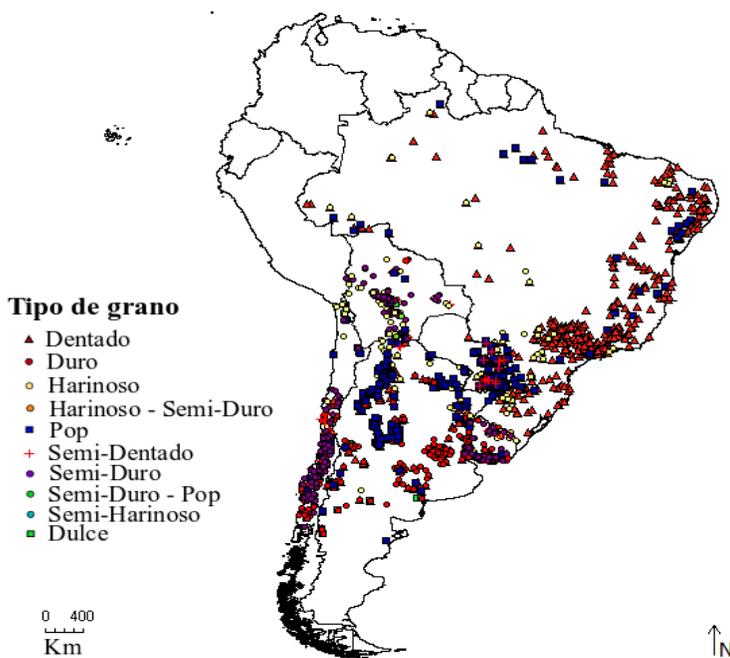
Figura 3.2. Distribución de accesiones de maíz en los países del Cono Sur de acuerdo con el tipo de grano.

En las Figuras 3.3 y 3.4 se presentan los resultados de los análisis de diversidad efectuados con los datos de las colecciones de la región (riqueza e Índice de diversidad de Shannon). Estos análisis se realizaron con el programa DIVA-GIS, que divide el territorio en celdas de igual superficie y, con base en distintos atributos de los datos —por ejemplo, *textura de grano*—, realiza cálculos dentro de

cada una de las celdas. En color rojo se muestran las áreas con los valores más altos de estas variables, mientras que las celdas verdes exhiben los valores más bajos. El valor máximo de riqueza registrado fue de siete tipos de grano diferentes, en la región central de Bolivia (Cochabamba, Chuquisaca, Potosí) y en la región O'Higgins de Chile. En Uruguay, se registraron seis distintos tipos de grano en el sur (departamentos de Canelones y San José), noreste (Tacuarembó y Rivera) y oeste (Soriano y Colonia) (Figura 3.3). La variable de diversidad (Índice de Shannon) muestra patrones similares, con los valores mayores registrados en Chile (1.676), Bolivia (1.535), Paraguay (1.486), norte de Argentina (1.386), y Uruguay (1.255) (Figura 3.4). A partir de estos resultados se concluye que la distribución de la diversidad de maíz no es homogénea a lo largo del Cono Sur, observándose microcentros de diversidad en regiones como el centro de Chile y Bolivia, el sur de Paraguay, el norte de Argentina, y Uruguay.
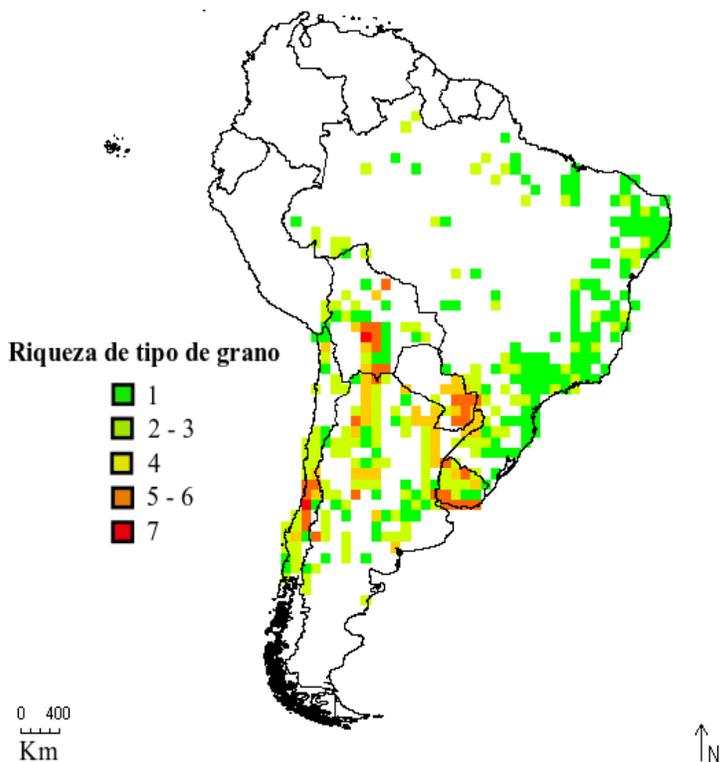
Figura 3.3. Riqueza de tipos de grano de accesiones de maíz de los países del Cono Sur.
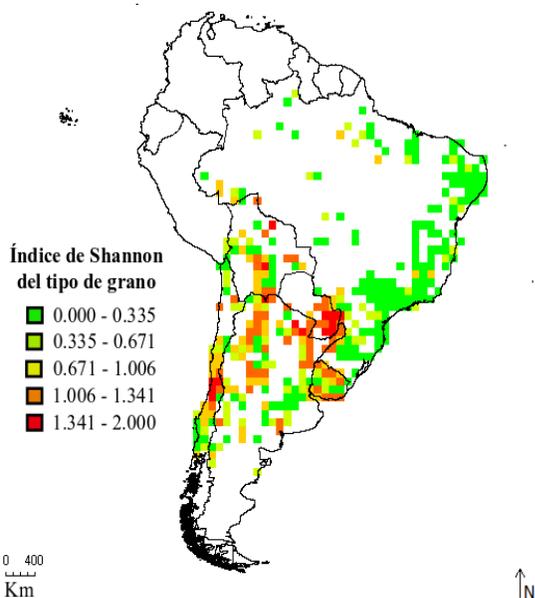
Figura 3.4. Índice de diversidad de tipos de grano de maíz en accesiones de países del Cono Sur.

PERSPECTIVAS

En la actualidad, en muchas regiones de Sudamérica, el cultivo de maíz se realiza en grandes extensiones para la alimentación animal, principalmente, utilizando cultivares híbridos y transgénicos. Las variedades criollas —que encierran significativamente más diversidad que los cultivares modernos— pueden mostrar adaptaciones a ambientes marginales, constituyendo un recurso importante para la agricultura en condiciones adversas (Zhu y otros, 2000), incluidos escenarios de cambio climático (Prasanna, 2012). En estas variedades todavía existe una considerable diversidad genética para ser explorada en el mejoramiento de variedades de polinización abierta y líneas endocriadas (Warburton y otros, 2008), tanto en la búsqueda de mayores rendimientos, como tolerancias a estrés ambiental específico (Hellin y otros, 2014). Por otra parte, su variabilidad fenotípica es importante en la disección genética de caracteres de grano y calidad de grano (Flint-Garcia y otros, 2009).

A pesar de que en la actualidad en varios países de la región existe una apertura hacia productos agrícolas con identidad local, el cultivo y el desarrollo de productos basados en la agrobiodiversidad local aún es limitado. En este sentido, las variedades criollas de maíz tienen un rol importante para jugar como fuente para el desarrollo de bienes diferenciados. Existen demandas para usos particulares que

pueden ser abastecidas con variedades tradicionales; identificar y capitalizar estas oportunidades plantea un interesante desafío.

A partir de la revalorización de los microcentros de diversidad, donde todavía se practican agriculturas de tipo tradicional, es posible proponer planes de prospección y estrategias de conservación in situ para las variedades tradicionales que aún se cultivan. Los censos de diversidad (Costa y otros, 2017) son otro mecanismo para caracterizar localmente la diversidad genética, y contribuir al fortalecimiento de las estrategias de conservación *on farm*. Integrando distintos tipos de información es posible utilizar más racionalmente las colecciones y establecer metas de conservación adecuadas.

REFERENCIAS

Abadie, T.; Magalhaes, J.R.; Cordeiro, C.T.; Parentoni, S.; de Andrade, R. (1998) A classification for Brazilian maize landraces. Plant Genetic Resources Newsletter 114:43-44.

Abadie, T.; Magalhaes, J.R.; Parentoni, S.; Cordeiro, C.T.; de Andrade, R. (1999) The core collection of maize germplasm of Brazil. Plant Genetic Resources Newsletter 117:55-56.

Anderson, E.; Cutler, H.C. (1942) Races of Zea mays: I. Their recognition and classification. Annals of Missouri Botanical Garden 29:69-89.

Avila, G.; Guzmán, L.; Céspedes, M. (1998) Catálogo de recursos genéticos de maíces bolivianos conservados en el banco de germoplasma del Centro de Investigaciones Fitoecogenéticos de Pairumani. Centro de Investigaciones Fitoecogenéticos de Pairumani. Cochabamba.

Berretta, A.; Condón, F.; Rivas, M. (2007) Segundo informe país sobre el estado de los recursos fitogenéticos – Uruguay. FAO, Rome. http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/Uruguay.pdf. Acceso em 30/08/2017.

Bracco, M.; Cascales, J.; Cámara Hernández, J.; Poggio, L.; Gottlieb, A.M.; Lia, V.V. (2016) Dissecting maize diversity in lowland South America: genetic structure and geographic distribution models. BMC Plant Biology 16:186.

Brieger, F.G.; Gurgel, J.T.A.; Paterniani, E.; Blumenschein, A.; Alleoni, M.R. (1958) Races of maize in Brazil and other Eastern South American Countries. National Academy of Science, National Research Council, Washington, DC. Publication Nº 593.

Burle, M.L.; Abadie, T.; das Neves Alves, R.B.; de Andrade, R.V. (2002) Análise geográfica da coleção de germoplasma de milho em SIG: distribuição da diversidade e aplicação de descritores ecológicos. In: XXIV Congresso Nacional de Milho e Sorgo, Florianópolis, SC.

Coelho, C.J.; Molin, D.; Jong, G.; Gardingo, J.R.; Caires, E.F.; Matiello, R.R. (2016) Brazilian maize landraces: source of aluminum tolerance. Australian Journal of Crop Science 10:42-49.

Costa, F.M.; Silva, N.C.A.; Ogliari, J.B. (2017) Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of Zea mays L. Genetic Resources and Crop Evolution 64(4):681-700.

Costa, E.N.; Nogueira, L.; De Souza, B.H.S.; Ribeiro, Z.A.; Louvandini, H.; Zukoff, S.N.; Boiça Júnior, A.L. (2018) Characterization of antibiosis to Diabrotica speciosa (Coleoptera: Chrysomelidae) in Brazilian maize landraces. Journal of Economic Entomology 111:454-462.

Fernández, G.; Frutos, E.; Maiola, C. (1983) Catálogo de recursos genéticos de maíz de Sudamérica-Uruguay. E.E.R.A. - Pergamino INTA CIRF, Pergamino.

Ferrer, M.; Defacio, R.; Teixeira, F.; Salazar, E.; Noldín, O.; Condón, F.; Fassio, A. (2016) Regeneración de los recursos genéticos de maíz del Cono Sur. PROCISUR.

Flint-Garcia, S.A.; Bodnar, A.L.; Scott, M.P. (2009) Wide variability in kernel composition, seed characteristics, and zein profiles among diverse maize inbreds, landraces, and teosinte. Theoretical and Applied Genetics 119:1129-1142.

GEM (2003). Germplasm Enhancement of Maize. http:/www.public.iastate.edu/~usda-gem/index.htm. Acceso em 31/07/2019.

Gimenes, M.A.; Lopes, C.R. (2000) Isoenzymatic variation in the germplasm of Brazilian races of maize (Zea mays L.) Genetics and Molecular Biology 23:375-380.

Greene, S.L.; Hart, T. (1996) Plant genetic resource collections: an opportunity for the evolution of global data sets. In: Third International Conference/Workshop on Integrating GIS and Environmental Modeling. Santa Fe, New Mexico.

Guarino, L.; Maxted, N.; Sawkins, M. (1999) Linking genetic resources and geography: emerging strategies for conserving and using crop biodiversity. In: Greene, S.L.; Guarino, L. (Eds). Linking genetic resources and geography: emerging strategies for conserving and using crop biodiversity. Crop Science Society of America and American Society of Agronomy. Special Publication n.27, Madison, Wisconsin.

Guimaraes, C.T.; Simoes, C.C.; Pastina, M.M.; Maron, L.M.; Magalhaes, J.V.; Vasconcellos, R.C.C.; Guimaraes, L.J.M.; Lana, U.G.P.; Tinoco, C.F.S.; Noda, R.W.; Jardim-Belicuas, S.N.; Kochian, L.V.; Alves, V.M.C.; Parentoni, S.N. (2014) Genetic dissection of Al tolerance QTLs in the maize genome by high density SNP scan. BMC Genomics 15:153.

Hellin, J.; Bellon, M.R.; Hearne, S.J. (2014). Maize landraces and adaptation to climate change in Mexico. Journal of Crop Improvement 28:484-501.

Hijmans, R.J.; Cruz, M.; Rojas, E.; Guarino, L.; Franco, T.L. (2001) Diva-GIS versión 1.4. Un Sistema de Información Geográfico para el manejo y análisis de datos sobre Recursos Genéticos. Manual. Centro Internacional de la Papa, Lima.

Iriarte, J.; Holst, I.; Marozzi, O.; Listopad, C.; Alonso, E.; Rinderknecht, A.; Montaña, J. (2004) Evidence for cultivar adoption and emerging complexity during the mid-Holocene in the La Plata basin. Nature 432:614-617.

Kuhnen, S.; Ogliari, J.B.; Dias, P.F.; Da Silva Santos, S.M.; Ferreira, A.G.; Bonham, C.C.; Vernon Wood, K.; Maraschin, M. (2010) Metabolic fingerprint of Brazilian maize landraces silk (stigma/styles) using NMR spectroscopy and chemometric methods. Journal of Agriculture and Food Chemistry 58:2194-2200.

Kurosawa, R.N.F.; Vivas, M.; Amaral, J.A.T.; Ribeiro, R.M.; Miranda, S.B.; Pena, G.F.; Leite, J.T.; Mora, F. (2018) Popcorn germplasm resistance to fungal diseases caused by Exserohilum turcicum and Bipolaris maydis. Bragantia 77:36-47.

Loskutov, I.G.; Melnikova, S.V.; Bagmet, L.V. (2017) Eco-geographical assessment of Avena L. wild species at the VIR herbarium and genebank collection. Genetic Resources and Crop Evolution 64:177-188.

Malosetti, M.; Abadie, T. (2001) Sampling strategy to develop a core collection of Uruguayan maize landraces based on morphological traits. Genetic Resources and Crop Evolution 48:381-390.

Matsuoka, Y.; Vigouroux, M.; Goodman, M.; Sánchez, J.; Buckler, E.; Doebley, J. (2002) A single domestication for maize shown by multilocus microsatellite genotyping. Proceedings of the National. Academy of Science of the United States 99:6080-6084.

Ozer, A.H.; Abadie, T.; Olveyra, M. (1995) Informe final del Proyecto LAMP. Facultad de Agronomía, Montevideo.

Paratori, O.; Sbarbaro, H.; Villegas, C. (1990) Catálogo de recursos genéticos de maíz de Chile. Boletín Técnico 165. INIA. Santiago.

Parra-Quijano, M.; Iriondo, J.M.; Cruz, M.; Torres, E. (2011). Strategies for the development of core collections based on ecogeographical data. Crop Science 51:656-666.

Paterniani, E.; Goodman, M.M. (1977) Races of maize in Brazil and adjacent areas, CIMMYT, Mexico City.

Paterniani, E.; Nass, L.L.; dos Santos, M.X. (2000) O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil. Uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: Udry, C.V.; Duarte, W. (Orgs.) Uma história brasileira do milho – o valor dos recursos genéticos. Paralelo 15, Brasília.

Piperno, D.R.; Ranere, A.J.; Holst, I.; Iriarte, J.; Dickau, R. (2009) Starch grain and phytolith evidence for early ninth millennium B.P. maize from the Central Balsas River Valley, Mexico. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 106:5019-5024.

Prasanna, B.M. (2012) Diversity in global maize germplasm: Characterization and utilization. Journal of Biosciences 37:843-855.

Salhuana, W., Sevilla, R., Eberhart, S.A. (1997) Final report: Latin American Maize Project. Pioneer. Hi-Bred International, Johnston, Iowa.

Salhuana, W.; Pollak, L.M.; Ferrer, M.; Paratori, O.; Vivo, G. (1998) Breeding potential of maize accessions from Argentina, Chile, USA, and Uruguay. Crop Science 38: 886-872.

Steiner, J.J. (1999) Exploring the relationship of plant genotype and phenotype to ecogeography. In: Greene, S.L.; Guarino, L. (Eds). Linking genetic resources and geography: emerging strategies for conserving and using crop biodiversity. Crop Science Society of America and American Society of Agronomy. Special Publication n.27, Madison, Wisconsin.

Strigens, A.; Schipprack, W.; Reif, J.C.; Melchinger, A.E. (2013) Unlocking the genetic diversity of maize landraces with doubled haploids opens new avenues for breeding. PLoS One 8(2):e57234.

Uarrota, V.G.; Ricardo Brasil Severino, and Marcelo Maraschin. (2011) Maize landraces (Zea mays L.): a new prospective source for secondary metabolite production. International Journal of Agricultural Research 6:218-226.

Valente, E.S.D.S.; Gimenes, M.A.; Lopes, C.R. (1999) Variabilidade isoenzimática em oito raças de milho. Bragantia 58:29-31.

Vidal, R. (2016) Diversidade das populações locais de milho de Anchieta e Guaraciaba, Oeste de Santa Catarina: múltiplas abordagens para sua compreensão. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

Vidal, R.; Bellenda, F.; Estramil, E.; Fernández, G.; Lafluf, P.; Olveira, M.; Ozer, A.H.; Vivo, G. (2009) Obtención de una variedad de polinización abierta de maíz exitosa a partir de germoplasma local. In: VII Simposio de recursos genéticos para América Latina y el Caribe. Santiago.

Vilaró M, Vidal R, Abadie T. Diversity of Maize Landraces in Germplasm Collections from South America. Agrociencia Uruguay. 2020;23(1):108. Disponible en: http://agrocienciauruguay.uy/ojs/index.php/agrociencia/article/view/108. doi:https://doi.org/10.31285/AGRO.24.108

Warburton, M.L.; Reif, J.C.; Frisch, M.; Bohn, M.; Bedoya, C.; Xia, X.C. Melchinger, A. E. (2008) Genetic diversity in CIMMYT nontemperate maize germplasm: landraces, open pollinated varieties, and inbred lines. Crop Science 48:617.

Zhu, Y.; Chen, H.; Fan, J.; Wang, Y.; Cheng. J.; Fan, J.X.; Yang, S.; Hu, L.; Leng, H.; Mew, T.W.; Teng, P.S.; Wang, Z.; Mundt, C.C. (2000) Genetic diversity and disease control in rice. Nature 406:718-722.

PARTE II - Distribución y diversidad de maíz de Brasil y Uruguay

CAPÍTULO 4

EL PROYECTO DE RAZAS DE MAÍZ EN LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR: AMPLIANDO EL CONOCIMIENTO SOBRE LA DIVERSIDAD DE VARIEDADES CRIOLLAS DE BRASIL Y URUGUAY

Aceptado: 03/11/2020

Natália Carolina de Almeida Silva
Ingeniera agrónoma
Doctora en Recursos Genéticos Vegetales
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada en la Universidad Tecnológica del Uruguay
Durazno, Uruguay
ID Lattes: 9960873114239453

Flaviane Malaquias Costa
Ingeniera agrónoma
Máster en Recursos Genéticos Vegetales
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 5977815050673863

Rafael Vidal
Ingeniero agrónomo
Doctor en Recursos Genéticos Vegetales
Investigador del Grupo InterABio y del Laboratorio de Fitotecnia del Departamento de Biología Vegetal
Profesor adjunto de la Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica
Montevideo, Uruguay
https://orcid.org/0000-0001-6162-6355

Elizabeth Ann Veasey
Ingeniera agrónoma
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 8454553859685834

CONTEXTO

Como se discutió en el Capítulo 2 (Parte 1), a fines de la década de 1970 se publicó la información más reciente sobre las razas de maíz en Brasil y Uruguay, con el objetivo principal de caracterizar, sistematizar y organizar la diversidad conservada ex situ, especialmente para el desarrollo de programas de mejoramiento genético de la especie. Sin duda, los trabajos realizados en ese momento permitieron ampliar el conocimiento del germoplasma de maíz, estableciendo un punto de referencia para nuevos estudios en ambos países.

Desde entonces, no hubo iniciativas destinadas a actualizar la información sobre la diversidad del maíz conservado in situ/*on-farm* en esta región del continente americano. La laguna de información de 40 años y la escasez de estudios adicionales se justifican porque se consideraba que las colectas realizadas anteriormente cubrían un área geográfica amplia, por lo tanto, no se esperaban cambios en los patrones de diversidad del maíz. Asociada con esta idea, hubo una presión creciente de los paquetes tecnológicos basados en el uso intensivo de insumos externos y la inclusión de híbridos, lo que llevó a la falsa suposición de que las variedades criollas no continuaban siendo utilizadas.

Sin embargo, investigaciones adicionales

realizadas en otros contextos han demostrado la importancia de actualizar la clasificación de las razas de maíz. En México, por ejemplo, en el primer estudio de Wellhausen y otros (1951), se clasificaron 25 razas, mientras que una investigación más reciente ha señalado que hay actualmente más de 50 razas conservadas por agricultores mexicanos (Perales y Golicher, 2014). Del mismo modo, en la región del extremo oeste de Santa Catarina, sur de Brasil, Silva y otros (2017) clasificaron tres nuevas razas de maíz pisingallo, aumentando a cinco el número de razas en Brasil caracterizadas con este tipo de grano (endosperma). En Tacuarembó, norte de Uruguay, colectas realizadas en 2013 indicaron la presencia de variedades criollas que no se identificaron en colectas anteriores, así como la pérdida de otras (Porta y otros, 2013).

A partir de este contexto fue que se desarrolló el Proyecto «Razas de maíz de las tierras bajas de América del Sur: ampliar el conocimiento sobre la diversidad de variedades criollas del Brasil y Uruguay» para mapear, identificar y clasificar la diversidad de razas de maíz en Brasil y Uruguay conservado in situ/*on-farm.*

OBJETIVOS DEL PROYECTO

i. Identificar y registrar la diversidad de variedades criollas conservadas por los agricultores en diferentes biomas/territorios.

ii. Clasificar e identificar razas de maíz antiguas y nuevas de Brasil y Uruguay.

iii. Ampliar el conocimiento sobre los recursos genéticos del maíz en las tierras bajas de América del Sur.

iv. Identificar microcentros de diversidad de maíz.

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN E HIPÓTESIS

i. ¿Hay nuevas razas de maíz conservadas in situ/on-farm en Brasil y Uruguay?

Teniendo en cuenta que la conservación *in situ*/on-farm genera diversidad y que las últimas clasificaciones de razas en Brasil y Uruguay se llevaron a cabo hace 40 años, se supone que hay nuevas razas de maíz en las tierras bajas de América del Sur.

ii. ¿Existen regiones que puedan considerarse microcentros de diversidad?

Considerando la diversidad de razas de maíz en Brasil y Uruguay descritas por Paterniani y Goodman (1977), y De María y otros (1979), asociado con el descubrimiento de nuevas razas, se supone que existen microcentros de diversidad y, por lo tanto, áreas prioritarias para la conservación in situ/*on-farm*.

LA RUTA METODOLÓGICA DEL PROYECTO

En vista de los antecedentes indicados y las lagunas existentes sobre la diversidad de las razas de maíz conservadas in situ/*on-farm,* se estableció un enfoque metodológico en todo el Proyecto que pudiera responder a las preguntas de investigación, pero también proporcionar reflexión, diálogo e interacción entre instituciones, agricultores, investigadores, docentes, técnicos y estudiantes en la formulación de una *segunda línea de base de la diversidad del maíz* en Brasil y Uruguay.

La estrategia metodológica incluyó acciones que comenzaron con la definición del área geográfica del Proyecto, la construcción de una Red de Investigación Colaborativa, hasta la consolidación de la propuesta para actualizar y clasificar las razas de maíz en Brasil y Uruguay. Destacamos que parte del enfoque metodológico adoptado en el Proyecto fue compartido y discutido con expertos de México, Perú, Argentina, Cuba, Guatemala y Colombia, durante el *Seminario y Taller Internacional Clasificación Racial de la Diversidad del Maíz Peruano con fines de Bioseguridad* celebrado en agosto de 2016 en Lima, Perú. En esta ocasión, se propuso un nuevo concepto de raza considerando los objetivos de la clasificación racial en el contexto del siglo XXI, habiéndose definido que «la raza de maíz es un conjunto de variedades con características genéticas comunes, adaptadas a ciertas condiciones ambientales asociadas con ciertos contextos sociales y culturales» (Lima, 2016).

En resumen, las actividades del proyecto incluyeron reuniones virtuales y presenciales para presentar la propuesta, y reformular y ajustar la metodología; talleres de capacitación, con la participación de investigadores, técnicos, docentes, estudiantes, hombres y mujeres guardianes de la agrobiodiversidad; visitas de campo para recopilar datos sobre variedades criollas; recolección, caracterización y documentación de germoplasma conservado in situ/*on-farm*; análisis estadístico de la información y reuniones del grupo de gestión del proyecto. Hacemos hincapié en que la participación efectiva de los diferentes actores involucrados en el proceso se aseguró en todas las etapas del Proyecto a través de la gestión compartida de las decisiones y el enfoque participativo de la intervención, en el que los diferentes conocimientos podrían interactuar. Dicha estrategia metodológica también hizo posible que los diferentes grupos se acercaran y apropiaran de la temática de las *razas de maíz como estrategia para la conservación de variedades criollas*, comenzando a considerarla en sus acciones para fortalecer la conservación de la agrobiodiversidad con sus guardianes. A continuación, detallamos cada uno de los pasos involucrados en el enfoque metodológico del Proyecto.

ETAPA 1 - DEFINICIÓN DEL ALCANCE GEOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN Y CONSOLIDACIÓN DE UNA RED DE INVESTIGACIÓN COLABORATIVA

La estrategia inicial utilizada para definir el alcance geográfico de la investigación tenía como objetivo principal contemplar la diversidad biocultural de Brasil y Uruguay, entendida por la diversidad de biomas (Brasil) y zonas ambientales (Uruguay), expresiones de la agricultura familiar (pueblos y comunidades tradicionales, experiencias indígenas, *quilombolas*, reforma agraria) y experiencias locales/regionales en relación con la conservación, gestión y uso de la agrobiodiversidad, especialmente de variedades criollas.

A partir de estos criterios iniciales, se utilizaron otros tres para ayudar a definir el alcance geográfico del Proyecto (Tabla 4.1), considerando: i) regiones que no estaban cubiertas o con baja representatividad en el marco de referencia del estudio de la raza de 1977 (Brasil) y 1979 (Uruguay); ii) información disponible (en diferentes canales de comunicación) sobre la riqueza y la diversidad de las variedades de maíz criollo, y iii) regiones donde las instituciones u organizaciones vinculadas a la agricultura familiar operan para establecer asociaciones.

País	Estado/Departamento	Bioma/Zona Ambiental	Criterio
Brasil	Acre	Amazonia	i, ii e iii
	Rondonia	Amazonia	i
	Minas Gerais	Bosque Atlántico	ii e iii
	Mato Grosso do Sul	Cerrado	i, ii e iii
	Rio Grande do Sul	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa	ii e iii
	Paraíba	Caatinga	i, ii e iii
Uruguay	Tacuarembó	Pampa/Norte	ii e iii
	Rivera	Pampa/Norte	ii e iii
	Rocha	Pampa/Este	ii e iii
	Treinta y Tres	Pampa/Este	i e iii
	Canelones	Pampa/Sur	ii e iii

Tabla 4.1. Regiones seleccionadas y los criterios para la definición de la cobertura geográfica del Proyecto.

Una vez que se definieron las regiones, iniciamos contactos (por teléfono, videollamada o correo electrónico) con instituciones/organizaciones locales para formalizar asociaciones. En las primeras reuniones se presentaron la propuesta del Proyecto, las reflexiones sobre el enfoque metodológico, la logística para actividades

de campo, entre otros. En reuniones posteriores, se discutieron las agendas de trabajo y se definió el tiempo para las colectas de germoplasma, los talleres y los estudios etnobotánicos en cada región.

Después de la formalización de las asociaciones, el Proyecto se envió al Comité de Ética de Investigación con Seres Humanos de ESALQ/USP (aprobado en la 86.ª Reunión Ordinaria del Comité), la Comisión Nacional de Ética de Investigación - CONEP (aprobado con el código de proceso CAAE 60382016.2.0000.5395), así como el registro del Proyecto en el Sistema Nacional de Gestión del Patrimonio Genético y Conocimientos Tradicionales Asociados - SisGen (número de registro AD2EF0B), de acuerdo con la Ley 13.123/2015, y el Sistema de Autorización e Información en Biodiversidad - Sisbio (número de autorización 61447) para actividades realizadas en el estado de Rondônia. En Uruguay, la Resolución Ministerial 1844/2017 del Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente establece que las colecciones de especies incluidas en el Anexo I del Tratado Internacional sobre Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (TIRFAA), como es el caso del maíz, no requieren una solicitud de acceso a recursos genéticos y derivados autorizados por la Dirección Nacional de Medio Ambiente (DINAMA).

El resultado principal de esta etapa fue la creación de la Red de Investigación Colaborativa del Grupo Interdisciplinario para Estudios en Agrobiodiversidad «InterABio» (Figura 4.1), que involucró a universidades, organizaciones que trabajan con la agricultura familiar, instituciones de investigación y extensión; con participación directa de las siguientes instituciones: Emater/Ascar Ibarama RS, *Associação dos Guardiões da Agrobiodiversidade*, *Guardiões Mirins*, *Universidade Federal de Santa Maria*, *Comissão Pró-Índio*, *Associação do Movimento dos Agentes Agroflorestais Indígenas*, *Fundação Nacional do* Índio, *Reserva Extrativista Rio Ouro Preto*, Embrapa *Semiárido*, Embrapa *Acre*, *Universidade Federal do Acre*, *Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade*, *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia*, *Universidade Federal da Grande Dourados*, *Banco Comunitário Lucinda Moreti*, *Instituto Cerrado Guarani*, *Universidade Estadual de Maringá*, *Universidade Federal de Viçosa*, *Paróquia de Divino*, *Centro de Tecnologias Alternativas*, *Rede de Intercambio de Tecnologias Alternativas*, *Sindicato dos Trabalhadores e Trabalhadoras Rurais na Agricultura Familiar de Divino*, ASPTA - *Agricultura Familiar e Agroecologia*, *Polo Sindical da Borborema, Rede de Bancos de Sementes Comunitários da Borborema*, Red de Semillas Nativas y Criollas de Uruguay, Centro Regional del Este, Centro Universitario de Tacuarembó, Centro Universitario de Rivera, Bio Uruguay y Sociedad de Fomento de Tala.

La consolidación de la Red tuvo como objetivo permitir la ejecución del Proyecto de manera compartida, buscando la interacción entre personas e instituciones para la construcción de acciones, metodologías y el diseño de proyectos futuros

que impulsaran la creación de conocimiento y el proceso de innovación resultante del intercambio de información dentro del alcance de la investigación, además de permitir el desarrollo de actividades en las diferentes regiones de Brasil y Uruguay, asegurando el cumplimiento de todos los pasos planificados. En la Parte III, se presentarán con más detalle las experiencias de cada territorio en relación con la conservación, el uso y la gestión de la agrobiodiversidad.
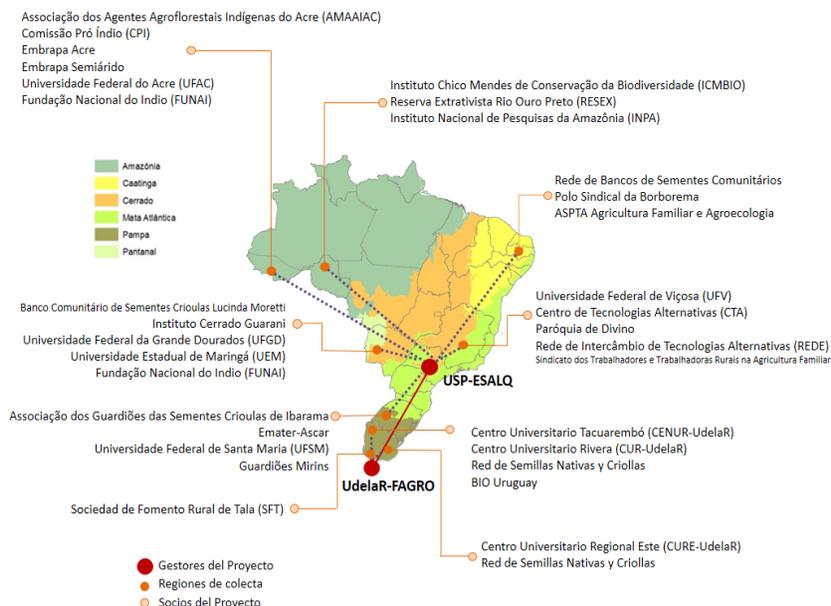
Figura 4.1. Mapa de Brasil y Uruguay que muestra la Red Colaborativa de Investigación, las regiones comprendidas en el Proyecto, las áreas de colecta y las instituciones u organizaciones asociadas.

ETAPA 2 - TALLER «RAZAS DE MAÍZ CON EL PROPÓSITO DE CONSERVACIÓN DE VARIEDADES CRIOLLAS»

La siguiente etapa del Proyecto consistió en establecer un espacio de capacitación sobre las razas de maíz, que fue diseñado para agricultores, técnicos, investigadores, profesores, estudiantes y otros participantes involucrados en la Red de Investigación Colaborativa. El espacio de capacitación se llevó a cabo en el formato de un taller didáctico, con el intercambio de conocimientos, llamado «Razas de maíz con el propósito de conservación de variedades criollas». Durante el taller se discutieron la propuesta del Proyecto, la historia del maíz (origen, domesticación y dispersión), la importancia de la conservación in situ/*on-farm*, así como las acciones ya realizadas en otras regiones (cuando correspondía). Es importante tener en

cuenta que el Taller también tuvo como objetivo realizar un estudio etnobotánico y la colecta de germoplasma, como se detalla más adelante en la etapa 4.

Para sensibilizar a los participantes sobre el concepto de razas de maíz, se desarrolló la metodología participativa llamada *Ronda de las espigas* durante los talleres. Esta dinámica se logró a través de una *colección didáctica de espigas*, con una muestra de la variabilidad fenotípica existente en las razas de maíz (por ejemplo: diversidad en el color del grano, disposición de las hileras, forma de la espiga, etcétera). Luego, los investigadores mezclaron las espigas y se les pidió a los participantes que las separaran en grupos, que generalmente se formaron mediante la similitud entre ellas. Se estableció el diálogo y los participantes describieron las diferencias o similitudes entre los grupos formados. Después de que los participantes separaran las espigas en grupos, fueron invitados por los investigadores (que solo desempeñaron el papel de facilitadores en este proceso de aprendizaje) para reflexionar y responder colectivamente las siguientes preguntas generadoras:

i. ¿Cuántos grupos de espigas se formaron?

ii. ¿Qué características elegiste para separar los grupos de espigas?

iii. ¿Hay algún uso asociado con los grupos de espigas formados?

iv. ¿Alguno de estos grupos de espigas se parece a las variedades que tienes?

Las respuestas se registraron para que todos las pudieran ver. Posteriormente, los investigadores utilizaron los grupos de espigas formados para compartir información sobre las razas de maíz ya descritas en Brasil y Uruguay, su origen y características principales. Se realizaron ocho talleres (Figura 4.2): cinco en Brasil (Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Acre, Paraíba y Mato Grosso do Sul), y tres en Uruguay (Canelones, Rocha y Tacuarembó), capacitando directamente a 364 personas. Además, se realizaron dos talleres más: uno en la *Universidade Federal de Acre* para estudiantes del curso de Agronomía, y el otro en la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (Fagro/Udelar), en Montevideo, Uruguay, para el grupo del Programa Huertas en Centros Educativos.

Figura 4.2. Dinámica de la Ronda de las espigas que se llevó a cabo durante los talleres realizados en el marco del Proyecto de Razas de Maíz de las Tierras Bajas de América del Sur: a) La Paloma, Rocha, Uruguay; b) Ibarama, Rio Grande do Sul, Brasil; c) Tala, Canelones, Uruguay; d) Juti, Mato Grosso do Sul, Brasil; e) Río Branco, Acre, Brasil; f) Tacuarembó, Tacuarembó, Uruguay; g) Esperança, Paraíba, Brasil y h) Divino, Minas Gerais, Brasil.

El número de grupos de espigas que los participantes separaron oscilaron entre 6 y 22, según la percepción de los agricultores en cada lugar. Los criterios también variaron, en conjunto se mencionaron nueve criterios: *tipo de grano*, *tamaño de grano*, *forma de la espiga*, *tamaño de la espiga*, *color del grano*, *color del marlo*, *diámetro del marlo*, *organización de las hileras de granos* y *número de hileras de la espiga*. Estas características coinciden con los descriptores científicos del maíz, considerados clave para el estudio de las razas y contemplados en el Proyecto. Destacamos que las características de color de grano, tipo de grano, tamaño de grano y tamaño de la espiga eran comunes en todos los lugares en que se realizaron los talleres.

Con respecto a los usos asociados con los grupos de espigas, los agricultores mencionaron aquellos relacionados con: i) platos típicos y uso directo en la alimentación humana (pan, pan de maíz, harina de *beiju*, *angu*, polenta, maíz dulce, harina de maíz, *pop*, *canjicão*, *canjiquinha*, mazamorra, choclo cocido, harina de maíz para mezclar con harina de maní, *cuscús*, *mungunzá*); ii) alimento para animales (marlos, ensilaje, alimento, grano para pollos); iii) uso medicinal (harina de maíz, espiga para té diurético, «barba de choclo» para medicina, remedio con maíz tunicado para dolor de estómago e hígado), y iv) otros usos, como la ceniza para hacer jabón, la chala para hacer artesanías, para rituales, el marlo como una brasa para la plancha de alisar ropa.

El principal aprendizaje en este paso fue que el estímulo para observar las características de los granos y las espigas permitió construir el concepto de razas colectivamente, a partir de un conocimiento preexistente asociado con el conocimiento científico, que pudo ser comprendido por los participantes de forma

práctica e interactiva. Los talleres se realizaron de mayo de 2017 a mayo de 2018.

ETAPA 3 - DIAGNÓSTICO DE «FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, AMENAZAS Y DEBILIDADES (FODA)»

El diagnóstico de FODA se realizó como parte del taller «Razas de maíz para la conservación de variedades criollas». El objetivo fue identificar los principales desafíos que enfrentan los agricultores en la conservación de la agrobiodiversidad, especialmente en relación con el componente de semillas criollas. Para esto, se discutieron las siguientes preguntas: *¿cuáles son las (i) fortalezas (problemas internos de la comunidad), (ii) oportunidades (externas), (iii) debilidades (internas), y (iv) amenazas (externas) para la conservación de agrobiodiversidad y variedades criollas?*

El diagnóstico se realizó en tres regiones de Brasil (BR) y una región de Uruguay (UY), que involucraron a los siguientes municipios: i) Ibarama, Rio Grande do Sul / BR; ii) Juti, Mato Grosso do Sul / BR; iii) Divino, Minas Gerais / BR, y iv) Tacuarembó / UY. Ciento sesenta y dos (162) personas participaron en esta etapa, con 50 participantes en Rio Grande do Sul, 66 en Mato Grosso do Sul, 30 en Minas Gerais y 16 en Tacuarembó. Se dividieron en subgrupos que variaron según el número de participantes, el municipio, la comunidad u otros criterios, como la división entre hombres y mujeres o entre adultos y jóvenes. Cada subgrupo contó con la colaboración de un facilitador. Los grupos discutieron la propuesta y posteriormente presentaron la síntesis de la discusión al plenario. Los temas de discusión indicados por los participantes se tabularon y se realizó un análisis exploratorio de los datos utilizando estadísticas descriptivas.

En general, se identificaron 77, 65, 58 y 57 temas de discusión por fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, respectivamente, que totalizaron 257 aspectos discutidos por los grupos (Tabla 4.2). Las principales fortalezas y oportunidades mencionadas fueron la producción de semillas criollas en la región, la asociación y el asesoramiento de organizaciones comprometidas con la conservación de la agrobiodiversidad, la diversidad de variedades criollas y la unión entre los agricultores. Las principales dificultades (fragilidad y amenazas) para la conservación se asociaron principalmente con la falta de proyectos e incentivos públicos para las asociaciones locales, un modelo productivo, como monocultivos de café, soja, caña y tabaco, el avance del maíz transgénico, el éxodo rural, la falta de sucesión en la agricultura familiar (falta de interés o falta de oportunidades para los jóvenes), aspectos esenciales para el mantenimiento de la vida, como el acceso al agua y la permanencia en los territorios (en el caso de las comunidades indígenas).

Diagnóstico	Principales temas de discusión indicados por los agricultores
Fortalezas (internas)	Asociaciones existentes que apoyan la conservación de variedades criollas; Apoyo de universidades; Producción de alimentos saludables; Artesanía; Reconocimiento del trabajo de los Guardianes; Buena organización del grupo de guardianes; El relevo generacional favorece la conservación de variedades criollas; Diversas investigaciones sobre agrobiodiversidad; Número de variedades (riqueza); Diversificación de la producción; Soberanía y seguridad alimentaria (si se planta para consumo); Clima de la región: favorable para la producción y conservación de semillas; La Asociación de mujeres agricultoras está creciendo; Tradiciones rituales, usos en cocina indígena; Fechas conmemorativas y Festival de semillas indígenas; Interacción entre conocimiento tradicional y científico; Intercambios de semillas y conocimiento; Agricultura familiar; Los jóvenes comienzan a creer en el valor de las semillas criollas; Tener la semilla propia (la semilla es nuestra); Pastoral de la Juventud Rural.
Debilidades (internas)	*Falta de proyectos públicos e incentivos para las asociaciones locales; No tener bancos comunitarios de semillas; Dificultad para mantener muchas variedades (cruzamientos); Monocultivo de tabaco y soja; Trabajo manual y costoso en el campo; Baja productividad;* Éxodo rural (pocas familias en las aldeas, migración a las ciudades; *Falta de asistencia técnica y monitoreo especializado; Falta de agua (han estado sin agua en el asentamiento de Rancho Loma durante 16 años); Acceso limitado a semillas criollas; Necesidad de encontrar o construir un nicho de mercado que valore los productos agroecológicos; Presión de los técnicos de Emater y Agropecuarias para plantar semillas convencionales; Incredulidad de que la agricultura y la medicina alternativa realmente funcionan; La invasión de los agronegocios; Semillas transgénicas; Competencia desleal con el mercado.*
Oportunidades (externas)	Muchas posibilidades de acceso al conocimiento (asociación con universidades, Emater); Reuniones para intercambiar experiencias; Aprender nuevas técnicas; Investigaciones Aumento de la producción de semillas; Las asociaciones alientan a otros que aún no plantan variedades criollas a comenzar a plantar; La artesanía como fuente de ingresos; Generación de ingresos a través de la venta de semillas, harina, choclo verde y otros; Participación en congresos y eventos; Valoración de productos criollos/orgánicos (ejemplo, araruta); Desarrollo de agroecología; Políticas de contratación pública como mecanismo para valorar las semillas criollas; Rescate de variedades criollas; Consumidor consciente.
Amenazas (externas)	No hay leyes que protejan las semillas criollas; Aplicación de pesticidas; Invasión de semillas transgénicas; Factores abióticos pueden causar la pérdida de variedades (como el clima, la sequía y el viento); Falta de apoyo en financiamiento agrícola; Políticas públicas en torno a tierras indígenas; Inseguridad territorial; Cambios climáticos; Cruzamientos con otras variedades; Asentamientos acorralados por monocultivos; Mercado de semillas (monopolio); Producción no diversificada; Legislación enfocada en los agronegocios; Falta de salud para trabajar; La codicia de la gente; Privatización de aguas.

Tabla 4.2. Principales temas para la discusión del diagnóstico de *fortalezas, oportunidades, debilidades* y *amenazas* para la conservación de la agrobiodiversidad en las tierras bajas de América del Sur.

La información generada a partir del diagnóstico reflejó las percepciones, las demandas y las necesidades de cada región, que pueden ser útiles para guiar planes y políticas públicas dirigidas a la conservación de variedades criollas. Los proyectos y las iniciativas futuras deben apuntar a fortalecer las acciones dirigidas a

proteger las variedades criollas ya preservadas en las regiones, así como valorar a los agricultores guardianes. La actividad también proporcionó una reflexión colectiva, una discusión grupal, una visualización de los temas cubiertos y una identificación de estrategias para superar las dificultades dentro de las comunidades/grupos. Se generó un conjunto de información que se puso a disposición de las organizaciones locales asociadas, con el fin de colaborar con el trabajo realizado por ellas en torno a la conservación de las variedades criollas.

ETAPA 4 - RELEVAMIENTO ETNOBOTÁNICO Y RECOLECCIÓN DE GERMOPLASMA

Para llevar a cabo el relevamiento etnobotánico y la recolección de germoplasma se delinearon dos estrategias de trabajo: la primera, durante los talleres de *Razas de maíz con el propósito de conservación de variedades criollas*, y la segunda, en visitas a comunidades rurales. En los talleres, los agricultores fueron invitados a traer espigas de cada variedad criolla que conservan. Se instruyó a los agricultores para que realizaran la selección de las espigas, cuando fuera posible, en el momento de la cosecha, pero siempre eligiendo aquellas que consideraran representativas de la variedad y aquellas que seleccionarían para guardar las semillas para la próxima cosecha.

Al recibir a los participantes, antes de comenzar el taller, el equipo local recogió las espigas y realizó la identificación del germoplasma, incluida la información general de la etiqueta, como el nombre del agricultor, la comunidad, el municipio, el nombre de la variedad, el origen, el tiempo de cultivo y los usos. Cuando fue posible, la encuesta etnobotánica (a través de entrevistas) se realizó en la misma ocasión, cuando no, al final del taller. Con el fin de hacer posibles las entrevistas con todos los agricultores, se capacitó previamente a un equipo para acelerar el proceso. Los agricultores que no pudieron participar en el taller recibieron al equipo en sus hogares (visitas in situ), antes o después de la fecha de la reunión.

En ambas estrategias, las entrevistas se realizaron utilizando un cuestionario semiestructurado. La primera parte del cuestionario, llamada *Formulario de registro de agricultores*, incluía preguntas sobre el agricultor y su propiedad, cuyo objetivo era delinear el perfil del entrevistado. La segunda parte, llamada *Datos sobre variedades criollas*, abordó cuestiones relacionadas con los descriptores socioculturales, como el origen de las semillas, el momento en que el agricultor conserva esa variedad, el miembro de la familia responsable de la conservación de la variedad, la producción en la que se conserva, los usos, los criterios de selección de semillas, entre otros. Las entrevistas tuvieron como objetivo apoyar la identificación y la clasificación de razas a través de descriptores socioculturales, así como responder a las siguientes preguntas:

i. ¿Cuál es la diversidad del maíz?

ii. ¿Cómo se distribuye?

iii. ¿Quién lo guarda?

iv. ¿Qué factores influyen en su conservación?

El número de agricultores que participaron en la encuesta y el número de agricultores entrevistados en cada región (Tabla 4.3) se determinaron de acuerdo con la indicación de los socios locales, la logística y el interés de los agricultores en participar y colaborar con la encuesta. En el momento de las entrevistas, se recolectaron variedades criollas de maíz. La cantidad recolectada (Tabla 4.3) se determinó de acuerdo con la diversidad, dando prioridad a la recolección del mayor número de variedades con diferentes características; y también de acuerdo con la disponibilidad en términos de cantidad e interés del agricultor en donar semillas o espigas. Para cada variedad, se recolectaron de una a cinco espigas, y para aquellas variedades que no se almacenaron en espiga, se recolectaron varias semillas trilladas con fines de conservación ex situ y para futuros estudios. Para aquellas variedades de las que los agricultores no tenían existencias de espigas o semillas, solo se realizó la entrevista, registrando la presencia de la variedad en esa región.

Los datos obtenidos a través de las entrevistas se procesaron en hojas de cálculo electrónicas y las preguntas abiertas se transcribieron en la forma original del informe de los agricultores. Las variables (cualitativas y cuantitativas) se agruparon de acuerdo con preguntas relacionadas en diferentes hojas de trabajo para facilitar el análisis y la interpretación de los resultados. Para cada variable, se realizó un análisis exploratorio y una inferencia de datos, utilizando estadísticas descriptivas, de acuerdo con el número de observaciones que presentaron datos completos. A partir de las variables relacionadas con el origen y el tiempo de cultivo juntos, considerando las variedades criollas que presentaron datos completos para estas variables (355), se realizó un análisis descriptivo de los flujos migratorios interregionales en el período de 100 años. Todos los análisis se realizaron considerando los datos conjuntos de Brasil y Uruguay; las particularidades o las diferencias marcadas entre países o regiones de un mismo país se destacaron a lo largo de la presentación y la discusión de los resultados.

País	Bioma	Estado/Departamento	NAP	NAE	NVI	NVC
Brasil	Ecotono Bosque Atlántico -Pampa	Rio Grande do Sul	40	23	75	59
	Cerrado	Mato Grosso do Sul	66	15	15	20
	Amazonia	Acre	18	08	29	02
	Caatinga	Paraíba	50	20	68	58
	Amazonia	Rondónia	12	12	54	12
	Bosque Atlántico	Minas Gerais	55	16	102	84
Uruguay	Pampa	Rocha	12	12	25	19
	Pampa	Tacuarembó	08	08	21	18
	Pampa	Rivera	06	06	09	09
	Pampa	Treinta y Tres	02	02	06	06
	Pampa	Canelones	10	10	14	14
Brasil y Uruguay*	-	Otros	-	03	06	06
Total			**279**	**134**	**424**	**305**

Tabla 4.3. Número de agricultores que participaron en la investigación (NAP), número de agricultores entrevistados (NAE), número de variedades criollas identificadas (NVI), y número de variedades criollas recolectadas por región (NVC) durante el relevamiento etnobotánico y las colectas de maíz realizadas en cinco biomas, que involucran seis estados de Brasil y cinco departamentos de Uruguay.

* Incluye regiones que no fueron el objetivo de la investigación. Las entrevistas y/o colecciones se llevaron a cabo en otras reuniones fuera del alcance del proyecto o por donaciones de terceros.

Riqueza de nombres locales

Se identificaron 424 variedades criollas de maíz (Tabla 4.3) conservadas por agricultores en Brasil y Uruguay, con un número promedio de variedades por agricultor que oscila entre una (Canelones) y cuatro (Minas Gerais). Se identificó una importante riqueza de nombres locales, 120 correspondientes a variedades en Brasil y 28 de Uruguay (Figura 4.3). En Brasil, la riqueza de nombres locales por estado varió de 15 nombres en Acre a 47 en Minas Gerais, y en Uruguay, de ocho en Canelones (sur) a 15 en Rocha/Treinta y Tres (este). Entre los nombres identificados, solo el 30 % (63) fueron comunes a dos o más regiones, lo que revela que la mayoría es exclusiva de cada ubicación (Figura 4.3). Los nombres únicos iban desde cuatro en Canelones, hasta Treinta y Tres en Minas Gerais y Rio Grande do Sul.

Este resultado indica que cada localidad tiene su propia diversidad, pues el nombre de la variedad se considera un indicador inicial de diversidad y un marcador importante para caracterizar la diversidad, ya que se refiere a características

fenotípicas, como Blanco, *Palha Roxa*, Colorado, Ocho carreras, Duro, Colorado, etcétera; origen geográfico, como *Caiano de Sobrália*, *Maranhão*, *Mato Grosso*; o usos, como Maicena, Pipoca, Amarillo dulce, Forrajero blanco.
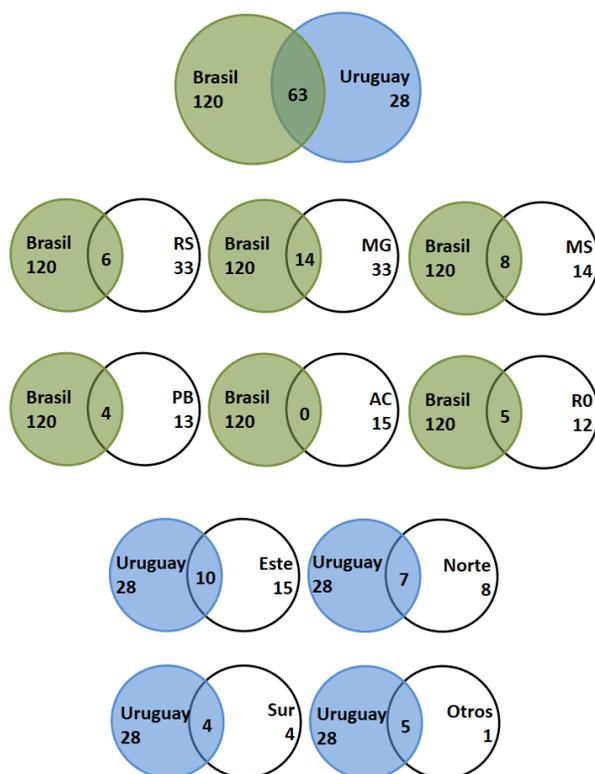
Figura 4.3. Frecuencia absoluta de la riqueza de nombres comunes y nombres exclusivos por región obtenida a través del relevamiento etnobotánico realizado en Brasil y Uruguay, en el período de 2017 a 2018.

Tiempo de cultivo y origen de las variedades

Se identificaron variedades con un tiempo de conservación mínimo, promedio y máximo de 1, 15 y 100 años, respectivamente. Los tiempos promedio de las regiones variaron de ocho años, en Mato Grosso do Sul, a 36, en Rondônia. Los resultados también revelaron que: i) 50 % de las variedades son cultivadas por la misma familia desde hace 0 a 5 años; ii) 15 % desde 6 a 10 años; (iii) 20 % desde 11 a 30 años, y iv) 15 % viene siendo cultivado hace más de 30 años. Considerando el origen de las variedades (Figura 4.4), se encontró que los agricultores obtienen sus semillas principalmente a través de «herencia familiar» (21 %), «vecinos» (16 %), «reuniones de intercambio de semillas» (11 %), e «intercambios entre amigos/ familiares» (11 %).
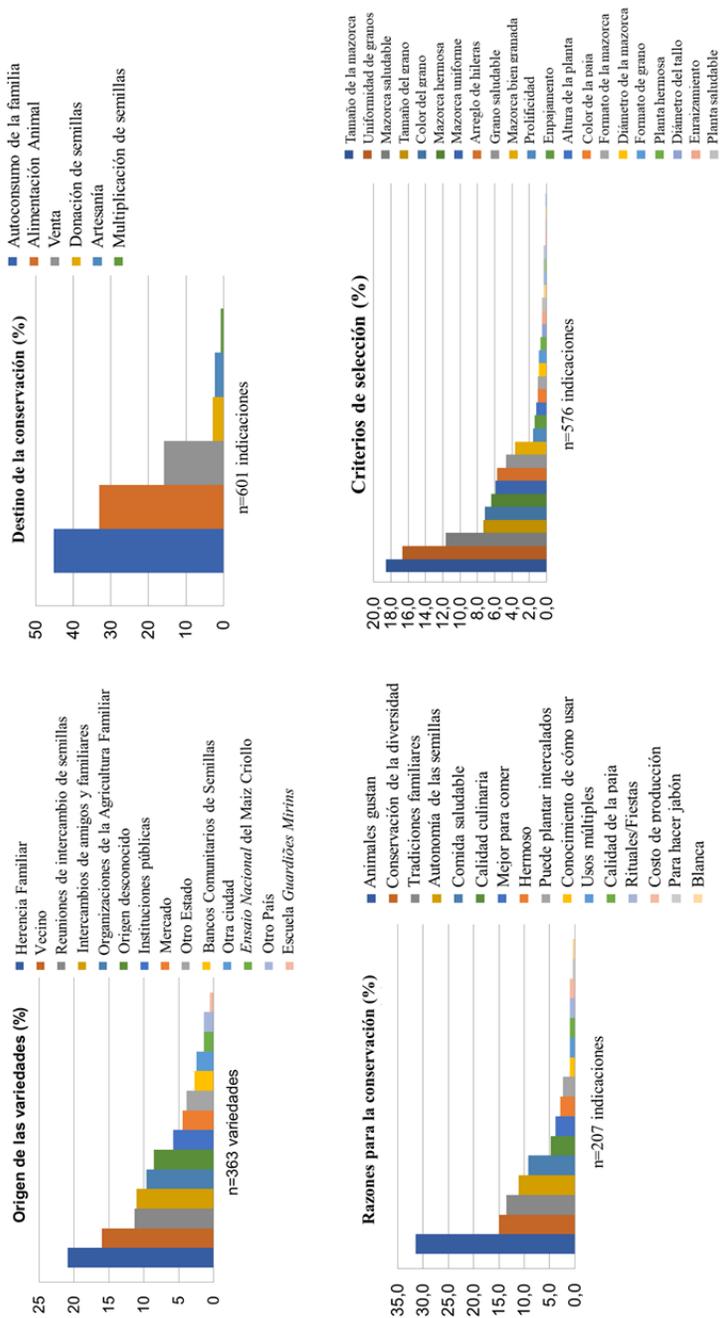
Figura 4.4. Frecuencias relativas (%) relacionadas con el origen de las variedades, el destino de conservación, los motivos de conservación y los criterios de selección obtenidos a través del relevamiento etnobotánico realizado en Brasil y Uruguay, en el período de 2017 a 2018.

Estos resultados indican que las redes de semillas son básicamente familiares, de vecinos o reuniones de intercambio que promueven un proceso de conservación colectiva, lo que demuestra que la principal fuente para obtener las variedades es la propia de la región. A través de la circulación de variedades, se activa el sistema de conservación, ampliando el número de agricultores, instituciones u organizaciones y nombres de las variedades al sistema. Si más de un agricultor mantiene la misma variedad, en consecuencia, su riesgo de pérdida se reduce a la mitad.

Sin embargo, se observó que los agricultores también introducen y usan variedades criollas de otras regiones (Figura 4.4). Se identificaron 26 (7 %) variedades con origen exógeno, es decir, que migraron desde otras regiones. En Brasil, se observaron nueve eventos de dispersión de variedades entre diferentes lugares, dentro de los cuales las regiones donantes involucraron a cinco estados brasileños y dos países (Bolivia y Perú). En Uruguay, los eventos de dispersión involucraron a tres países (Argentina, Brasil y Perú). Estos flujos migratorios diagnosticados ocurrieron en diferentes momentos: i) 46 % de 0 a 5 años; ii) 23 % de 6 a 10 años; iii) 27 % de 11 a 30 años, y iv) 4 % por más de 30 años. La migración más antigua ocurrió hace 50 años desde el estado de Santa Catarina a Rio Grande do Sul, como patrimonio familiar (valor cultural). Los procesos de dispersión tuvieron lugar en las siguientes regiones de investigación, que recibieron variedades de diferentes lugares: Rio Grande do Sul: variedades recibidas de Santa Catarina, São Paulo, Sergipe y Perú; Minas Gerais: Paraná y Río de Janeiro; Mato Grosso do Sul: Paraná y Santa Catarina; Rondônia: Bolivia; Tacuarembó/Rivera: Brasil y Perú, y Canelones: Argentina. Las regiones con mayor frecuencia de donación fueron Santa Catarina (7 variedades), Bolivia (5 variedades) y Paraná (5 variedades).
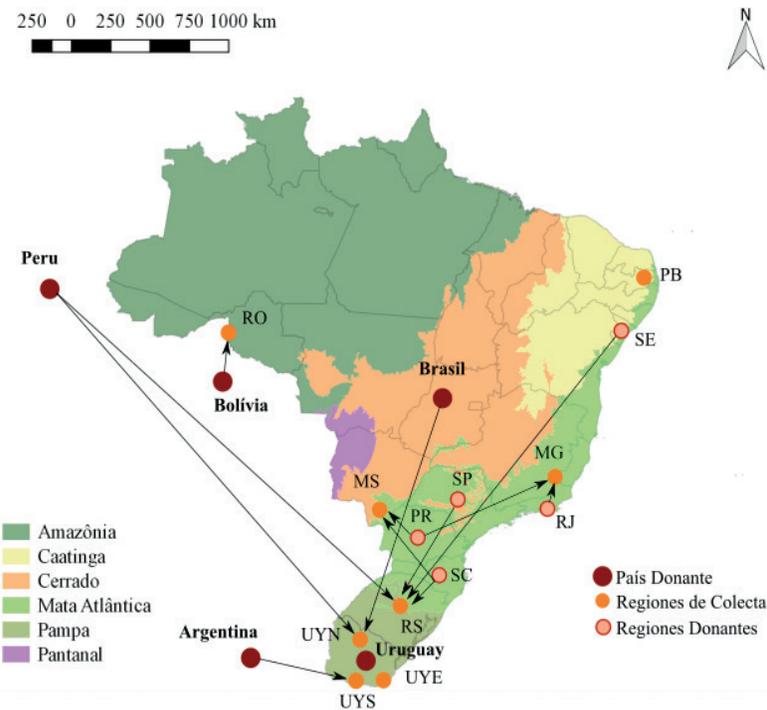
Figura 4.5. Flujos migratorios interregionales de variedades criollas de maíz en las tierras bajas de América del Sur, en los últimos 100 años, caracterizados por un diagnóstico etnobotánico. En el mapa, las flechas indican la dirección de los flujos migratorios y las regiones están representadas por los siguientes códigos: Brasil [Mato Grosso do Sul (MS), Minas Gerais (MG), Paraíba (PB), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS), Río de Janeiro (RJ), Rondônia (RO), Santa Catarina (SC), São Paulo (SP), Sergipe (SE)] y Uruguay [Rocha/Treinta y Tres (UYE), Tacuarembó/Rivera (UYN) y Canelones (UYS)]. Los colores en la parte inferior del mapa representan la distribución de biomas en Brasil y Uruguay. Esta imagen fue creada usando el *software* QGIS (http://qgisbrasil.org).

Usos directos, valores de uso y razones para la conservación de variedades criollas

Las tres categorías más citadas relacionadas con los usos directos (destino de la producción) fueron «autoconsumo de la familia» (44 %), es decir, relacionado con el uso directo en la alimentación humana en las formas más diversas; «alimentación animal» (33 %), en forma de ensilaje, ración, grano entero o partido, y «venta» (16%) de semillas, granos, chala para artesanías, choclo cocido, harina, mazamorra, entre otros (Figura 4.4). Esta misma proporción se observó a nivel regional, con la excepción del estado de Paraíba, donde la diferencia entre «autoconsumo de la familia» y «alimentación animal» fue solo del 1 %. Las categorías menos frecuentes

ocurrieron de manera localizada: «donación de semillas» en los estados de Paraíba, Minas Gerais y Rocha/Treinta y Tres; «multiplicación de semillas» solo en los estados de Mato Grosso do Sul y Tacuarembó/Rivera, y «artesanía» en los estados de Rio Grande do Sul y Rondônia.

Se identificaron 34 valores de usos gastronómicos asociados con las variedades, representados por usos alimentarios directos, potencial culinario y atributos alimentarios que los agricultores aprecian (Cuadro 4.4). En Brasil, los tres principales fueron *milho verde* (22 %), *pamonha*/*curau* (12 %) y *bolo*/*broa/pão* (11 %), mientras que en Uruguay las tres categorías más frecuentes fueron choclo cocido (34 %), sabor (12 %) y dulce (8 %). La región con mayor riqueza de usos fue Rondônia (20), seguida de Mato Grosso do Sul (18), Minas Gerais (18) y Paraíba (15).

Con respecto a los valores de los usos agronómicos, representados por características relacionadas con el rendimiento agronómico, el potencial productivo, la adaptación, la resistencia/tolerancia a los factores bióticos y abióticos, se identificaron 22 categorías: «rendimiento de grano» (32 %), «rusticidad/adaptación» (14 %), «resistencia a gorgojos» (10%) y «resistencia a la sequía» (9 %) son las más frecuentes. Asociadas con los atributos gastronómicos y agronómicos, los agricultores indicaron al menos 16 razones (Figura 4.4) por las que se lleva a cabo la conservación de las variedades, siendo las cuatro principales: «a los animales les gusta» (31 %), relacionada con la palatabilidad; «conservación de la diversidad» (15%), relacionada con aspectos relevantes para el mantenimiento y la riqueza de la diversidad de especies, como la conservación de más de dos variedades; «tradición familiar» (14 %), relacionada con valores culturales derivados de costumbres, tradiciones y patrimonio familiar, y «autonomía de semillas» (11 %), ya sea política, económica y relacionada con la seguridad alimentaria.

Agroecosistemas y criterios de selección de semillas

Con respecto a los agroecosistemas en los que los agricultores manejan las variedades y producen las semillas, se encontró que el 78 % de las variedades se manejan en «chacras», el 18 % en «quintas» y el 3 % en «bosques»; esta última categoría se observó solo en los estados de Rondônia (100 %) y Mato Grosso do Sul (3 %). Este aspecto coincide con la presencia de comunidades indígenas y ribereñas en esos dos estados. En los estados de Rio Grande do Sul y Paraíba, el 100 % de las variedades se manejan en «chacras» solas o intercaladas en consorcio con otras especies; fueron citadas al menos 25 especies (café, porotos comunes, poroto caupí, poroto *macassar*, caña de azúcar, mandioca, calabaza, plátano, *taioba*, maní, papaya, boniato, batata baroa, *cambucá*, naranja, mandarina, ñame, tomate cherry, *jabuticaba*, habas, guayaba, sandía, palma forrajera, papa, girasol). En proporción, el manejo de

variedades en los jardines fue mayor en Uruguay (43 %) que en Brasil (8 %).

Usos gastronómicos		**N.º**	**%**
Uso alimentario	Choclo cocido	186	23,9
	Pamonha/Curau	84	10,8
	Bolo/Pão/Broa	80	10,3
	Harina	65	8,3
	Canjica	48	6,2
	Polenta/*Angú*	40	5,1
	Mingau	33	4,2
	Cuscús	24	3,1
	Canjiquinha/Mazamorra	16	2,1
	Chicha	16	2,1
	Pipoca/Pop	15	1,9
	Fubá	13	1,7
	Mungunzá	13	1,7
	Torrado	9	1,2
	Canjicão	7	0,9
	Sopa	5	0,6
	Locro	4	0,5
	Crema	4	0,5
	Farinha de beiju	2	0,3
	Maicena	2	0,3
	Puchero	2	0,3
	Chipá	2	0,3
	Gofio	1	0,1
	Jugo	1	0,1
	Torta frita	1	0,1
	Xerém	1	0,1
	Fubá	1	0,1
	Budín	1	0,1
Potencial culinario/Atributo del alimento	Consistencia	8	1,0
	Revienta bien	3	0,4
	Sabor	40	5,1
	Dulce	24	3,1
	Tierno	19	2,4
	Saludable/Nutritivo	9	1,2
Total		**779**	**100,0**

Tabla 4.4. Valores de usos gastronómicos, representados por uso alimentario, potencial culinario y atributo del alimento, asociados a las variedades criollas de maíz de las tierras bajas de América del Sur.

Se identificaron al menos 29 criterios (Figura 4.4) que los agricultores usan para seleccionar sus semillas y, en consecuencia, para conservar las variedades; los tres con el mayor porcentaje de indicaciones fueron: «tamaño de la espiga» (19 %), «uniformidad del grano» (17 %) y «espiga sana» (12 %). Sin embargo, el resultado más interesante proporcionado por el gráfico es que del total 22 criterios (76 %) se relacionaron con las características de la espiga y el grano, considerando los descriptores científicos clave utilizados en la clasificación de las razas de maíz (Tabla 4.5). Este aspecto se corrobora con los resultados obtenidos a través de la dinámica de *Ronda de las espigas*, como se presenta en la Etapa 2. Ello muestra que la selección realizada por los agricultores permite mantener la identidad genética de las variedades criollas y, en consecuencia, las características de una raza determinada, al mismo tiempo que genera y expande la diversidad a partir de las redes de intercambio de semillas, las introducciones exógenas y los cruzamientos derivados de los diferentes orígenes de las variedades.

Las variedades criollas promueven servicios ecosistémicos

Con base en los resultados presentados a través de la encuesta etnobotánica, buscamos resaltar la relación de la conservación in situ/*on-farm*, es decir, la conservación de variedades criollas de maíz realizadas por los agricultores a los servicios del ecosistema (Figura 4.6). Los servicios del ecosistema son los beneficios de la naturaleza para las personas, son vitales para el bienestar humano y las actividades económicas. Actualmente, la iniciativa de la Plataforma Intergubernamental para la Biodiversidad y los Servicios del Ecosistema (IPBES, 2016) y la Clasificación Internacional Común de los Servicios del Ecosistema (Haines-Young y Potschin, 2018) consideran tres categorías de servicios del ecosistema: *provisión*, *regulación* y *cultura*. Los servicios de *provisión* son aquellos relacionados con los productos que las personas obtienen de la naturaleza, como alimentos, agua, fibra, semillas, plantas medicinales, madera, leña/carbón. Los servicios *regulatorios* son los beneficios que las personas obtienen de la regulación del medio ambiente llevada a cabo por los ecosistemas, en el caso de esta investigación realizada por los agroecosistemas y los seres vivos, como la regulación del clima, el control de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad del suelo, el control «peste y enfermedad» biológica, la polinización y dispersión de semillas, entre otros. Finalmente, los servicios *culturales* son los beneficios que las personas obtienen del contacto con la naturaleza, que contribuyen a la cultura y las relaciones sociales, como el patrimonio cultural, la identidad cultural, la conservación del paisaje, el valor científico y educativo de los agroecosistemas, la identidad espiritual y religiosa.
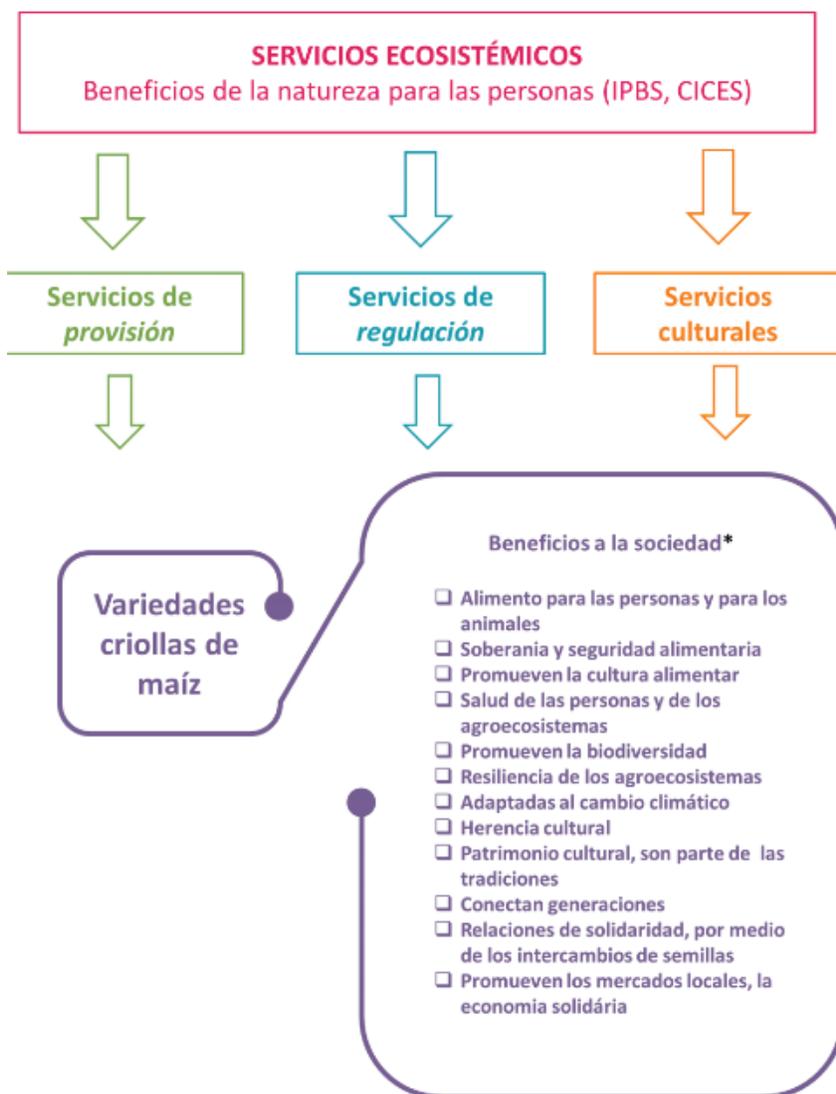
Figura 4.6. Servicios ecosistémicos promovidos por las variedades criollas. Información extraída de la encuesta etnobotánica realizada en Brasil y Uruguay, de 2017 a 2018.

ETAPA 5 - CARACTERIZACIÓN FENOTÍPICA DIRIGIDA A LA CLASIFICACIÓN DE RAZAS DE MAÍZ

La caracterización de las espigas recolectadas en Brasil fue realizada por el equipo in loco (en la sede de las organizaciones, las propiedades de los agricultores e incluso en el vestíbulo de un hotel), es decir, en los municipios donde fueron recolectados, dado el volumen, el peso del material y la dificultad para transportarlo

a ESALQ/USP. En el momento de la caracterización, se seleccionaron diez granos consecutivos de cada espiga, empacados por separado en bolsas de papel para una mayor caracterización (realizada en ESALQ/USP); y, también, se obtuvo una muestra de tamaño variable (determinada de acuerdo con la disponibilidad de semillas) para fines de conservación ex situ y para otros estudios. En Uruguay, tanto la caracterización de las espigas como la caracterización de los granos se realizaron en Fagro/Udelar.

La caracterización fenotípica se realizó con base en los descriptores morfológicos de la espiga y el grano (IPGRI, 1991), adoptando los mismos criterios para ambos países. Los descriptores utilizados correspondieron a 11 características cualitativas y 8 características cuantitativas (Tabla 4.5), considerándose clave para la clasificación de las razas de maíz (Goodman y Bird, 1997; Herrera y otros, 2000; Silva y otros, 2017).

	Característica Cualitativa	**Característica Cuantitativa**
Espiga	Textura del color del grano (corona)	Número de granos por hileras
	Color del grano (corona)	Largo de la espiga (cm)
	Tipo de grano (corona)	Diámetro de la espiga (cm)
	Forma de la espiga	Diámetro del marlo (cm)
	Arreglo de los granos en la hilera	Diámetro del raquis (cm)
	Color del marlo	
	Número de hileras	
Grano	Color del pericarpio	Largo del grano (mm)
	Color del endosperma	Ancho del grano (mm)
	Forma del grano	Espesor del grano (mm)
	Forma del borde del grano	

Tabla 4.5. Descriptores morfológicos utilizados para la caracterización de espigas y granos con el objetivo de reclasificar las razas de maíz de Brasil y Uruguay.

Para cada variedad, se caracterizaron de una a cinco espigas, de acuerdo con la disponibilidad al momento de la recolección. De cada espiga, se evaluaron diez granos posicionados consecutivamente en la misma fila. El número total de variedades, espigas y granos caracterizados por región de recolección se muestra en la Tabla 4.6.

Para el análisis descriptivo, se obtuvieron las frecuencias relativas (%) para cada variable cualitativa, mínimo, máximo y la desviación estándar para las variables cuantitativas, considerando por separado (i) el territorio de las tierras bajas de América del Sur (TB) (suma de datos Brasil y Uruguay), (ii) el territorio brasileño

(suma de datos de los estados de Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Paraíba, Mato Grosso do Sul, Acre y Rondônia), y (iii) el territorio uruguayo (suma de datos de los estados de Rocha/Treinta y Tres, Rivera/Tacuarembó, Canelones). El objetivo de este análisis fue identificar la riqueza y la variabilidad fenotípica conservada in situ en la granja en los tres territorios (tierras bajas, Brasil y Uruguay), presentar un primer escenario sobre la diversidad actual, reconocer las particularidades de cada país y compararlas con las clasificaciones que se reproducen en Brasil y Uruguay en la década de 1970.

País	Región de colecta	NV	NE	NG
Brasil	Rio Grande do Sul	59	280	2.690
	Mato Grosso do Sul	16	78	780
	Paraná	01	01	10
	Acre	02	03	28
	Paraíba	48	120	1.160
	Rondônia	04	07	70
	Minas Gerais	85	268	2.044
Uruguay	Rocha/Treinta y Tres (Este)	25	70	630
	Rivera/Tacuarembó (Norte)	30	80	800
	Canelones (Sur)	14	71	710
	Otras regiones	03	14	140
Total		**288**	**992**	**9.062**

Tabla 4.6. Número de variedades criollas de maíz (NV), número de espigas (NE) y número de granos (NG) caracterizados por región de colecta.

Variabilidad fenotípica de variedades de maíz de Brasil y Uruguay

Al analizar inicialmente el territorio de las tierras bajas de América del Sur (Brasil y Uruguay), los resultados del análisis descriptivo de las características cualitativas (Figura 4.7) mostraron que la mayoría de las variedades tienen uniformidad de color de grano *capa* (57 %), color de grano *amarillo* (32 %), tipo de grano *dentado* (51 %), forma de espiga *cónica-cilíndrica* (78 %), disposición de hileras *regulares* (75 %), espigas de *doce* hileras (36 %), marlo de color *blanco* (71 %), grano *oblongo* (30 %), forma del borde del grano *contraído* (42 %), color del pericarpio *incoloro* (75 %) y color del endosperma *amarillo* (33 %). Aunque la diversidad diagnosticada en Brasil ha proporcionado el predominio de estas características en el territorio de la TB, debido al mayor número de variedades caracterizadas (n = 215), podemos considerar que este resultado retrata el panorama actual de la diversidad muestreada en esa parte del continente americano.
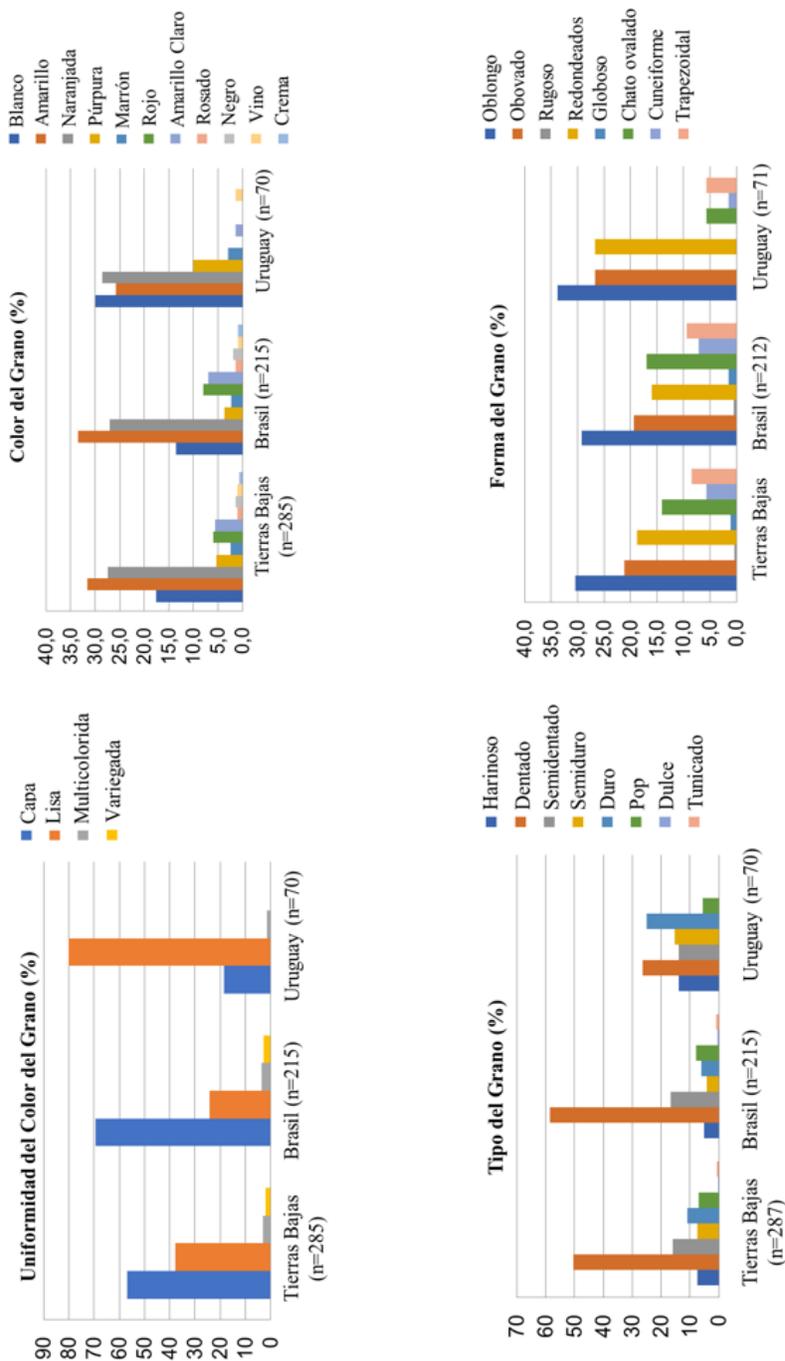
Figura 4.7. Riqueza genética y frecuencia relativa (%) de 11 características cualitativas del grano y la espiga para un conjunto de 287 variedades criollas de maíz recolectadas en Brasil y Uruguay, en las tierras bajas de América del Sur.
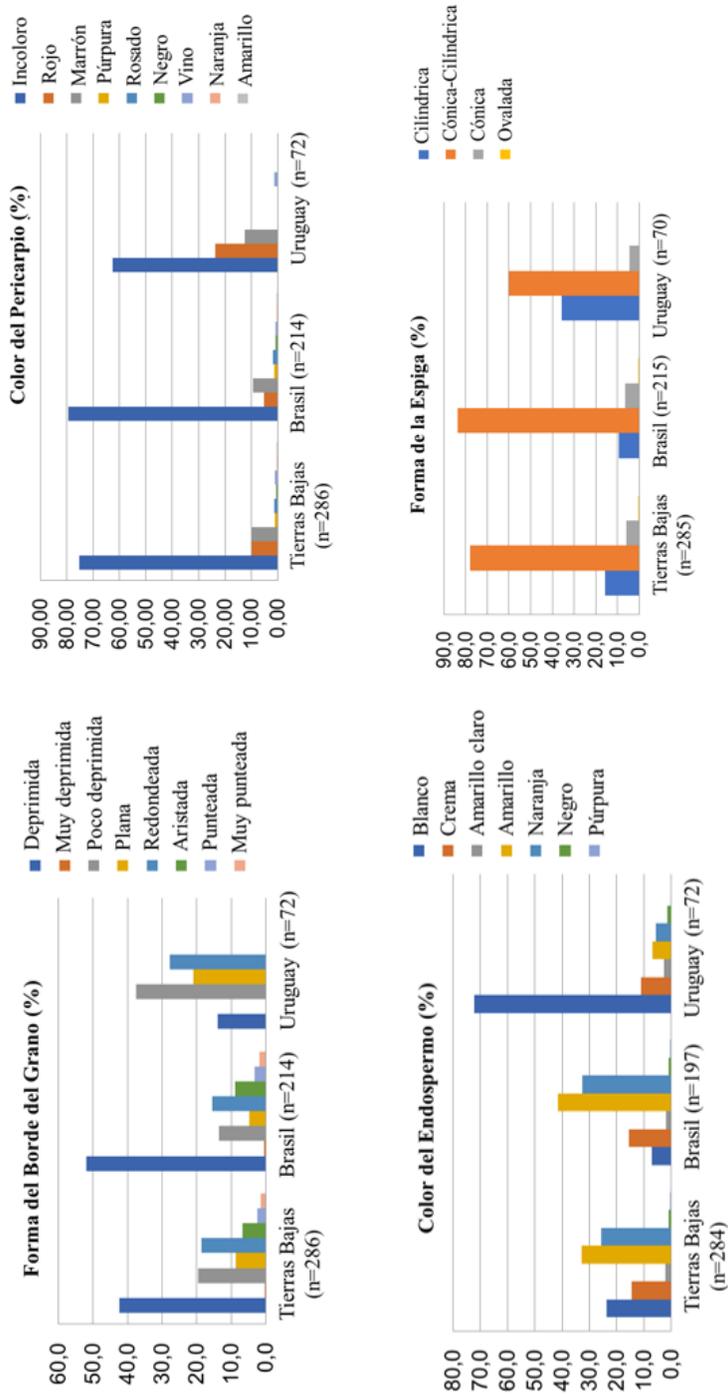
Figura 4.7. Riqueza genética y frecuencia relativa (%) de 11 características cualitativas del grano y la espiga para un conjunto de 287 variedades criollas de maíz recolectadas en Brasil y Uruguay, en las tierras bajas de América del Sur (continuación).
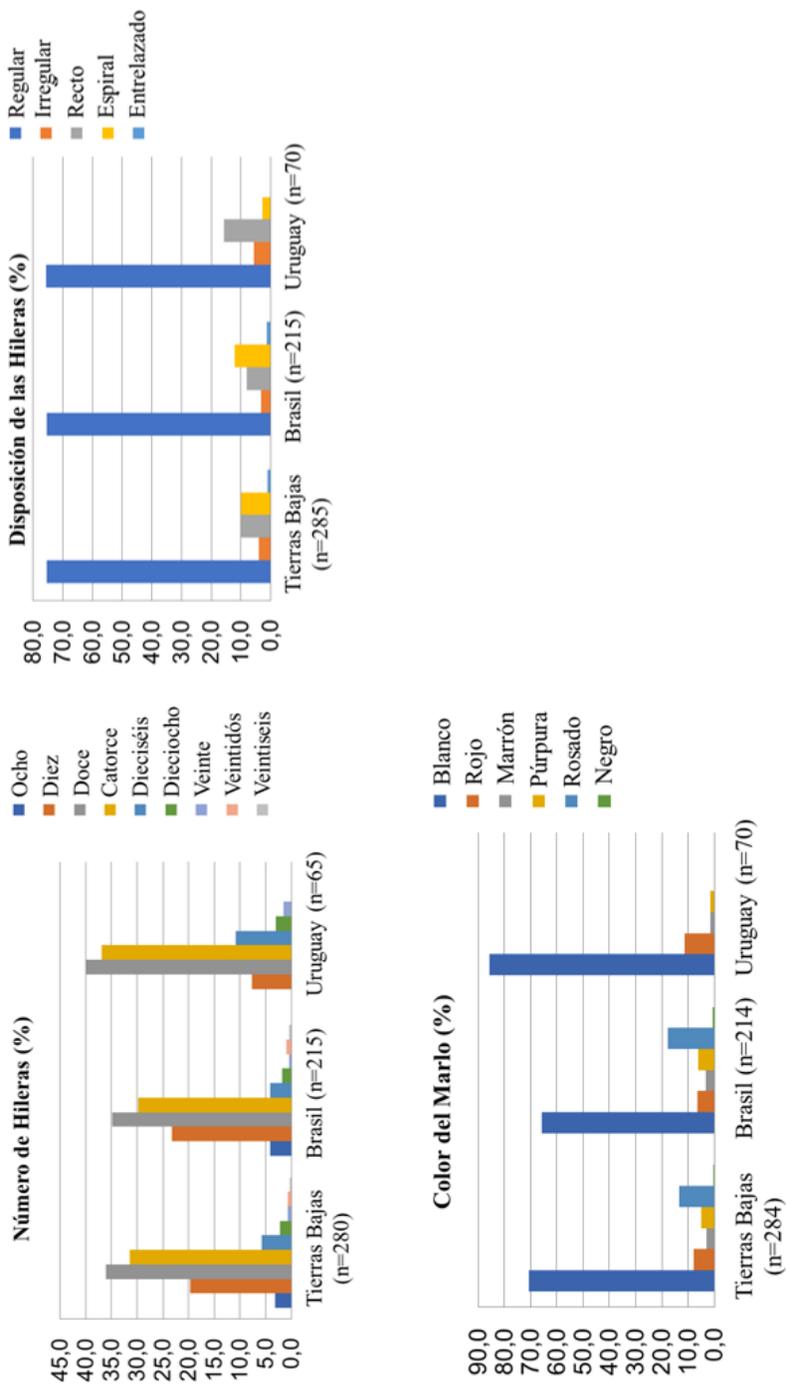
Figura 4.7. Riqueza genética y frecuencia relativa (%) de 11 características cualitativas del grano y la espiga para un conjunto de 287 variedades criollas de maíz recolectadas en Brasil y Uruguay, en las tierras bajas de América del Sur (continuación).

Asimismo, considerando las diferencias entre Brasil y Uruguay y las particularidades de cada país, destacamos los siguientes resultados: proporcionalmente, en Brasil se identificó un mayor número de variedades de granos *capa* (69 %) y granos *amarillos* (34 %), mientras que en Uruguay se identificó un mayor número de variedades de granos *lisos* (80 %) y *blancos* (30 %) (Figura 4.7). Para la característica del tipo de grano, en ambos países el porcentaje más alto observado fue para los granos *dentados,* sin embargo, Brasil tuvo una mayor proporción de callos *semidentados* (11 %) y *pisingallos* (7 %); y Uruguay, una mayor proporción de granos de maíz tipo *duro* (25 %) y tipo *harinoso* (14 %), el primer tipo se encontró en todas las regiones, mientras que el segundo tipo solo en el norte (90%) y el sur (10 %) (Figura 4.7). Las únicas variedades con los tipos de granos *dulce* y *tunicado* se identificaron en Brasil, con el tipo *dulce* y el tipo *tunicado* en los estados de Minas Gerais y Rio Grande do Sul. Hacemos hincapié en que los tipos *dulce*, *semiduro* y *tunicado* no aparecen en las clasificaciones de 1970, este último no es decisivo para la clasificación de razas, ya que se origina a partir de una mutación y, por lo tanto, puede ocurrir en cualquiera de ellas, como lo señalaron anteriormente Brieger y otros (1958).

En cuanto a la forma característica de la espiga, Uruguay presentó una mayor proporción de espigas *cilíndricas* (36 %), con un valor de 17 % para Brasil (Figura 4.7). La única variedad de forma de espiga *ovalada* se identificó en el estado de Minas Gerais. Otra particularidad observada fue que Brasil tenía una mayor proporción de espigas con una disposición de filas en *espiral* (10 %) y exclusividad para la disposición *entrelazada*, observada solo en los estados de Acre y Rondônia (Figura 4.7). También en relación con especificidades, las espigas con *8*, *22*, y *26 hileras* se identificaron solo para las variedades recogidas en Brasil, lo mismo que se produce para las características de color del marlo *negro* (Paraíba), forma del grano *rugoso* (RS) y *globoso* (MG y RO), forma del borde de grano *aristado* (MS, RS, PB), *muy contraído* (RS), *puntiagudo* (MG y PB) y *muy puntiagudo* (MG y MS). Para el color del endospermo, el patrón observado fue el mismo que para el color del grano, con una mayor proporción de endospermo *amarillo* en Brasil y *blanco* en Uruguay (Figura 4.7).

Con respecto a las variables cuantitativas (Tabla 4.7), verificamos que el número de características de *granos/hilera*, *longitud de espiga*, *longitud de grano* y *ancho de grano* se presentaron en los tres territorios, y en ese orden, las mayores variaciones. Las características que menos variaron fueron el *diámetro del marlo* y el *diámetro del raquis*, que son atributos directamente relacionados. Es interesante observar que, aunque el número de variedades caracterizadas en Uruguay (n = 72) fue prácticamente tres veces menor que el número de variedades caracterizadas en Brasil (n = 215), pero igualmente expresivo, las estimaciones de valores mínimos,

máximos y desviación de los estándares de ambos países fueron similares.

	TB (n=287)			Brasil (n=215)			Uruguay (n=72)		
Descriptor Cuantitativo	**Min.**	**Máx.**	σ	**Min.**	**Máx.**	σ	**Min.**	**Máx.**	σ
Número de granos/Hilera	17.00	53.00	6.23	19.00	53.00	6.34	17.00	42.50	5.25
Largo Espiga (cm)	7.19	25.83	2.90	11.55	25.83	2.88	7.19	22.00	2.73
Diámetro Espiga (cm)	2.21	6.37	0.66	2.43	6.03	0.69	2.21	6.37	0.53
Diámetro Marlo (cm)	1.47	3.60	0.41	1.47	3.60	0.43	1.47	3.24	0.30
Diámetro Raquis (cm)	0.56	3.97	0.38	0.67	3.97	0.38	0.56	3.00	0.35
Largo Grano (mm)	6.02	17.12	1.72	6.02	15.35	1.69	6.14	17.13	1.56
Ancho Grano (mm)	4.48	13.28	1.39	4.48	13.28	1.46	4.67	11.46	1.14
Espesor Grano (mm)	2.60	7.10	0.53	2.60	7.10	0.53	2.73	5.34	0.45

Tabla 4.7. Variabilidad de las características cuantitativas con base en los valores mínimo (Min.), máximo (Máx.) y desvío estándar (σ) para un conjunto de 287 variedades criollas de maíz colectadas en Brasil y Uruguay, en las tierras bajas (TB) de América del Sur.

Los resultados del análisis estadístico descriptivo apuntan a algunas indicaciones sobre la diversidad del maíz actualmente conservado en Brasil y Uruguay (Figura 4.8). Lo principal es que la riqueza genética se distribuye territorialmente, con características que son exclusivas de una u otra región, como es el caso de la disposición de *hileras entrelazadas* identificada solo en la región amazónica. Considerando las clasificaciones de Paterniani y Goodman (1977), y De María y otros (1979), que constituyen nuestra referencia sobre la diversidad de razas en ambos países, descubrimos que hubo un aumento en la riqueza genética para las características del *color del grano*, *tipo de grano*, *forma de la espiga, número de hileras*, *color del pericarpio* y *color del endospermo*; e indirectamente, de las características de la *forma del grano* y la *forma del borde del grano*, ya que los dos últimos no se consideraron en las clasificaciones de la década de 1970, pero están muy relacionados con el tipo de característica del grano. Esto demuestra la existencia de una «nueva» riqueza, que no se ha descrito anteriormente. Si consideramos solo el tipo característico de grano, que define los diferentes tipos de maíz, ya tendríamos la indicación de al menos una nueva raza de maíz dulce.

Figura 4.8. Muestra de variabilidad fenotípica de variedades criollas de maíz recolectadas en Brasil y Uruguay, en las tierras bajas de América del Sur, en el período de 2016 a 2018.

REFERENCIAS

Brieger, F.G.; Gurgel, J.T.A.; Paterniani, E.; Blumenchein, A.; Alleoni, M.R. (1958) Races of maize in Brazil and other eastern South American Countries. National Academic of Sciences, Washington DC.

Haines-Young, R.; Potschin, M.B. (2018) Common International Classification of Ecosystem Services (CICES), v.5.1 e Guidance on the Application of the Revised Structure. http://www.cices.eu. Acceso em 20/08/2019.

De María, F.; Fernández, G.; Zoppolo, G. (1979) Caracterización agronómica y clasificación racial de las muestras de maíz colectadas en Uruguay bajo el Proyecto IBPGR y Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República, Uruguay.

Goodman, M.M.; Bird, R.M. (1977) The races of maize IV. Tentative grouping of 219 Latin American races. Economic Botany 31:204-221.

Herrera, B.E.C.; Castillo-González, F.; Sánchez-González, J.J.; Ortega-Paczka, R.; Goodman, M.M. (2000) Caracteres morfológicos para valorar la diversidad entre poblaciones de maíz en una región: caso la raza Chalqueño. Revista Fitotecnia Mexicana 23:335-354.

IPGRI (1991) Descriptors for maize/descriptores para maiz/descripteurs pour le maı¨s. International Board for Plant Genetic Resources, Rome.

IPBES (2016) Plataforma Intergubernamental Científico-normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas - Summary for policymakers of the methodological assessment of scenarios and models of biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany.

Lima (2016) Ministerio del Medio Ambiente Peru. Seminario y Taller Internacional Clasificación Racial de la Diversidad del Maíz Peruano con fines de Bioseguridad. Lima.

Paterniani, E.; Goodman, M.M. (1977) Races of maize in Brazil and adjacent areas. CIMMYT, Mexico City.

Porta, B.; Antúnez, M.J.; Olaizola, J.; Vidal, R. (2013) Identificación y análisis de diversidad de variedades criollas de maíz conservadas in situ – on farm en Tacuarembó, Uruguay. In: IX Simposio Internacional de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe, Ajacutla.

Perales, H.; Golicher, D. (2014) Mapping the diversity maize races in Mexico. PloS One 9(12): e114657.

Silva, N.C.A.; Vidal, R.; Ogliari, J.B. (2017) New popcorn races in a diversity microcenter of Zea mays L. in the Far West of Santa Catarina, Southern Brazil. Genetic Resources of Crop Evolution 64:1191-1204.

Wellhausen, E.J.; Roberts, L.M.; Hernández, X.E. (en colaboración con Mangelsdorf, P.C.) (1951) Razas de maíz en México. Su origen, características y distribución. Folleto Técnico No. 5. Oficina de Estudios Especiales. Secretaria de Agricultura y Ganadería. México, D.F, pp.23-47.

CAPÍTULO 5

CLASIFICACIÓN DE LAS RAZAS DE MAÍZ DE BRASIL Y URUGUAY: ENFOQUE METODOLÓGICO Y PRINCIPALES RESULTADOS

Aceptado: 03/11/2020

Natália Carolina de Almeida Silva
Ingeniera agrónoma
Doctora en Recursos Genéticos Vegetales
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada en la Universidad Tecnológica del Uruguay
Durazno, Uruguay
ID Lattes: 9960873114239453

Rafael Vidal
Ingeniero agrónomo
Doctor en Recursos Genéticos Vegetales
Investigador del Grupo InterABio y del Laboratorio de Fitotecnia del Departamento de Biología Vegetal
Profesor adjunto de la Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica
Montevideo, Uruguay
ID Lattes: 7810178532592114

Flaviane Malaquias Costa
Ingeniera agrónoma
Máster en Recursos Genéticos Vegetales
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 5977815050673863

Elizabeth Ann Veasey
Ingeniera agrónoma
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 8454553859685834

ENFOQUE METODOLÓGICO PARA LA CLASIFICACIÓN DE RAZAS DE MAÍZ

Análisis previos y criterios iniciales para la clasificación de razas de maíz

El primer criterio utilizado para definir la estrategia de análisis de datos fue el tipo de grano (tipo de endospermo). Este criterio se estableció con base en análisis multivariados previos[1] (datos no presentados) que estructuraron los grupos principalmente por el tipo de grano. Los análisis genómicos preliminares también señalaron la estructuración genética de la población asociada con el tipo de endosperma.

Sin embargo, esto no implica que estemos adoptando la propuesta ya obsoleta de Sturtevant (1899), que clasificó la diversidad del maíz en seis grupos según el tipo de grano: *Indurata* (*flint* o duro), *Saccaharta* (dulce), *Amylacea* (harinoso), *Indentata* (dentado), *Everta* (pisingallo) y *Tunicata* (tunicado); sobre todo porque su clasificación no tuvo en cuenta la variabilidad genética, el componente ambiental (región geográfica) y los aspectos socioculturales dentro de cada grupo. En otras palabras, todos los maíces pisingallos (palomeros), por ejemplo,

1 Los análisis multivariados realizados fueron: i) análisis discriminante para las variables cualitativas, que separó las variedades principalmente por el tipo de grano, y ii) análisis de componentes principales para las variables cuantitativas, que separó las variedades principalmente por país.

ya sea que se hayan colectado en el estado de Acre o en Rio Grande do Sul, en Brasil o Uruguay, serían iguales simplemente porque tienen el mismo tipo de grano. De hecho, esta característica define grupos contrastantes, incluso porque el maíz con diferentes tipos de granos tiene diferentes usos (datos del relevamiento etnobotánico).

Por lo tanto, la clasificación actual de las razas de maíz de Brasil y Uruguay se llevó a cabo considerando los diferentes tipos de grano: *harinoso*, *dentado* y *semidentado*, *duro* y *semiduro*, y *pisingallo*, como grupos predefinidos y, a partir de ahí, se realizaron análisis estadísticos basados en las otras 18 características fenotípicas del grano y la espiga para cada grupo. En el caso específico de variedades caracterizadas con granos *semiduros*, los análisis se realizaron con variedades de granos *duros*; lo mismo se consideró para las variedades de granos *semidentados*, es decir, los análisis se realizaron con las variedades de granos *dentados*. Esto se debe a que la clasificación de estos tipos de endosperma es una línea muy tenue; se sabe que cualquier variedad con granos *semiduros* o *semidentados* es el resultado del cruce entre variedades duras y dentadas. Además, como la caracterización de las espigas y los granos fue realizada por un equipo y no por una sola persona, esto podría influir en los resultados, considerando la subjetividad en la evaluación de esta característica.

En el caso del grupo *dulce*, solo dos variedades se caracterizaron con este tipo de endosperma y, por lo tanto, no fue necesario analizar los datos estadísticamente. Las variedades que se caracterizaron con el tipo de grano *tunicado* no se consideraron en los análisis, ya que esta característica es una mutación que puede asociarse con cualquier tipo de grano, como definieron Brieger y otros (1958).

El segundo criterio establecido fue realizar los análisis por separado para cada país, con la excepción del grupo de pisingallos que, debido al bajo número de variedades recolectadas en Uruguay (solo tres), se decidió realizar los análisis junto con las variedades recolectadas en Brasil. Este criterio también se definió con base en resultados preliminares (datos no mostrados) del análisis de conglomerados[2], realizado solo con las razas que se describieron en la década de 1970[3]. En general, las razas están separadas por país y no por raza. En otras palabras, las razas comunes a Brasil y Uruguay, pero que se caracterizaron en cada país de origen, no estaban agrupadas, lo que podría explicarse por un «efecto ambiental». Esto demuestra que las comparaciones con las clasificaciones de 1970 serán limitadas y este aspecto se consideró al discutir los resultados y clasificar las razas.

---

2 Basado en el índice de similitud de Gower (1971).

3 Los datos de raza se extrajeron de Brieger y otros (1958); Paterniani y Goodman (1977); De María y otros (1979); Fernández y otros (1983), y Gutiérrez y otros (2003).

Análisis de conglomerados

Una vez que se definieron los criterios iniciales, los análisis de conglomerados se realizaron a partir de la distancia de similitud de Gower (1971), lo que permite la combinación de variables cualitativas y cuantitativas. Se consideró la moda para las variables cualitativas y la media aritmética para las variables cuantitativas. Con base en la matriz de distancia de Gower (1971), los análisis se realizaron en dos niveles. En el Nivel 1, solo se consideran las variedades recolectadas hoy. El objetivo de esta primera etapa fue identificar grupos; para esto, el análisis de conglomerados se realizó utilizando el método Ward (jerárquico) con un límite establecido por la metodología Mojena (1977). Es importante resaltar que los análisis previos (realizados con un grupo de variedades de granos *harinosos*; datos no mostrados) comparando dos métodos jerárquicos, Ward y UPGMA, demostraron que el método de Ward permite agrupaciones más consistentes con la realidad «biológica y geográfica», ya que era más discriminatorio y, por lo tanto, separó mejor a los grupos. Una vez que los grupos fueron identificados, se «analizaron críticamente», verificando si su composición estaba de acuerdo con la realidad estudiada, si había asociaciones entre variedades que generaban dudas y por qué características.

En el Nivel 2, llamado «análisis de agrupación conjunta», los análisis se realizaron considerando las modas y los promedios de los grupos resultantes del Nivel 1 y los datos de las razas descritas en Brasil y Uruguay disponibles en la literatura científica (Brieger y otros, 1958; Paterniani y Goodman, 1977; De María y otros, 1979; Fernández y otros, 1983; Gutiérrez y otros, 2003). El objetivo era verificar si los grupos relacionados con las colecciones actuales estaban asociados o no con las razas descritas anteriormente, ayudando así en su clasificación como raza antigua o «nueva». Destacamos algunas particularidades en relación con los análisis:

i) Para las regiones donde se recolectaron diez o menos variedades, se eliminó el Nivel 1 de análisis, es decir, los datos de las variedades se analizaron directamente con los datos de las razas descritas en la década de 1970.

ii) No se consideró la categoría de subrazas, ya que en la mayoría de los casos se clasificaron en función de una sola característica. Por lo tanto, los datos no se incluyeron en los análisis, excepto en los casos en que los datos no estaban disponibles para las razas.

iii) Para el grupo de *pisingallos*, además de las razas descritas para Brasil y Uruguay, como referencia, se incluyeron datos para tres nuevas razas de la región del extremo oeste de Santa Catarina descritas por Silva y otros (2017).

iv) Para Brasil, considerando que los grupos *dentado* y *semidentado* tenían la mayor proporción de variedades, representando el 79 % del total de variedades

incluidas en los análisis (1970), se realizaron por separado para cada región de ocurrencia de este tipo de endosperma (Rio Grande do Sul, Minas Gerais, Paraíba y Mato Grosso do Sul). En el caso de Uruguay, el análisis se realizó considerando todas las regiones, debido al reducido número de variedades (22) caracterizadas con este tipo de endosperma.

v) Las variables con más de dos datos faltantes se eliminaron de los análisis.

El análisis de conglomerados no proporciona resultados absolutamente concluyentes, pero ayuda a comprender la composición de los grupos, y tomar una decisión al determinar si un grupo o una variedad pertenece o no a una raza en particular previamente descrita. Cuando fue necesario, se utilizó el registro fotográfico de espigas y granos para confirmar, eliminar o agregar información. Todos los análisis se realizaron con la ayuda del programa estadístico R (*R Development Core Team*, 2015), paquete *vegan* (Oksanen y otros, 2010).

Supuestos considerados en la clasificación actual de razas de maíz en Brasil y Uruguay

Además de los resultados obtenidos por el análisis de conglomerados para la clasificación de razas de maíz de Brasil y Uruguay actualmente recolectadas, se consideraron los siguientes supuestos:

i) La clasificación racial del maíz tiene como objetivo distinguir poblaciones prominentes y formas no particulares, poco comunes, raras (Perales y Golicher, 2014). Casi todas las razas tienen variabilidad en términos de color, características fisiológicas y fenológicas y, en general, no se considera que las variantes más pequeñas justifiquen la creación de nuevas razas.

ii) Las variedades criollas generalmente comparten características de dos o más razas; es decir, es raro encontrar poblaciones completamente puras que pertenezcan a una raza típica, ya que las razas generalmente comparten espacios físicos y están sujetas a una dinámica de intercambio de semillas entre los agricultores, además del flujo genético natural, dependiendo de la biología reproductiva de la especie.

iii) Las razas «nuevas» fueron aquellas relacionadas con grupos que no estaban asociados con ninguna de las razas descritas anteriormente, lo que significa que pueden provenir de procesos de selección de agricultores, cruces, diversificación y/o presentaciones recientes, o simplemente porque se recolectaron en territorios que no se incluyeron en las clasificaciones de 1970.

iv) Los nombres de las razas «nuevas» se determinaron siguiendo la lógica de las clasificaciones anteriores, en algunos casos, de acuerdo con la nomenclatura local, en otros (nombres que los agricultores atribuyen a sus variedades), o en

función de alguna característica fenotípica llamativa.

v) El complejo racial en este estudio se definirá como un conjunto de variedades que caen dentro de la variabilidad fenotípica de una raza determinada.

RAZAS DE MAÍZ DE BRASIL Y URUGUAY

Harinosos de Brasil

El análisis de conglomerados de 14 variedades de maíz harinoso permitió la estructuración en tres grupos (Figura 5.1A). El G1 (rojo) se formó solo por variedades recolectadas en los estados de RO y AC. El G2 (verde) estaba formado por variedades recolectadas en los estados de RS y MS. El grupo G3 (azul) estaba formado por cuatro variedades de los estados de MG, RS y PB. Este último fue el único grupo caracterizado por el borde de grano contraído, y las variedades PBN12A (PB) y RSF2M (RS) se introdujeron recientemente desde Perú, según los datos de origen de la encuesta etnobotánica. Por esta razón, para el análisis de agrupamiento conjunto, G3 se dividió en G3a (MGP2A y RSF2J) y G3b (PBN12A y RSF2M).

El análisis de agrupamiento conjunto (grupos + razas de Brasil) a su vez presentó un conglomerado compuesto por G1 y la raza *Entrelazada* (Figura 5.1B). Este grupo, exclusivo del bioma amazónico, estaba claramente aislado de las otras razas, lo que excluía la posibilidad de pertenecer a otras razas de maíz harinoso descritas para Brasil. Por lo tanto, las variedades G1 pertenecen a la raza *Entrelazado*. El G2 se asoció con la raza *Avatí moroti* (Figura 5.1B). De hecho, este grupo mostró características típicas de esta raza, como espigas cónicas y granos con forma de borde plano. G3a, que tiene granos amarillos y bordes contraídos, estaba genéticamente más cerca de la raza *Caingang*. Brieger y otros (1958) describieron una subraza de la raza *Caingang* llamada *Ivaí Amarelo* (granos amarillos y borde contraído), que se originó a partir del cruce entre las razas *Avati moroti* y *Caingang.* La típica raza *Caingang*, según la descripción realizada por los autores, presente desde São Paulo hasta Uruguay, tiene granos blancos y un borde contraído, con espigas cilíndricas «perfectas».

Con base en estos aspectos, consideraremos que el G3a pertenece al complejo racial *Moroti-Caingang*, es decir, comparte características de las dos razas, ya que en este estudio no estamos considerando la categoría de subraza, como se explicó anteriormente. El G3b, como se mencionó, estaba compuesto por variedades introducidas desde Perú, con granos negros y bordes contraídos, por lo tanto, este grupo será considerado como una raza exótica, introducida en la última década (el tiempo promedio de cultivo fue de 12 años). Ningún grupo se asoció ni presentó características de la raza *Lenha*.
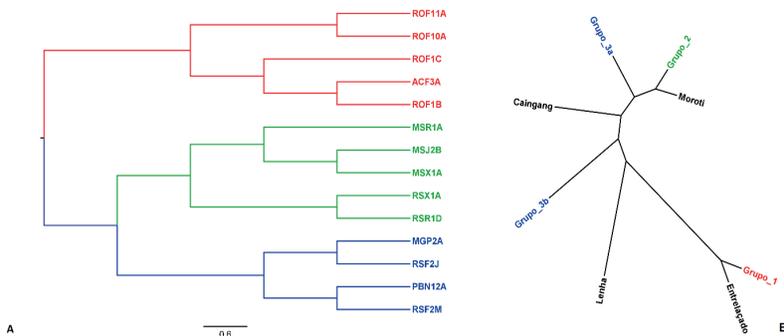
Figura 5.1**. A:** Análisis de conglomerados por el método WARD basado en el índice Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano de las variedades de maíz farináceo en Brasil. Punto de corte: 0,5; coeficiente cofenético: 0,7. Los colores indican los diferentes grupos: G1 (rojo), G2 (verde), G3 (azul). **B:** Análisis de la agrupación conjunta (grupos + razas) por el método WARD basado en el índice de Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano.

Harinosos de Uruguay

Con respecto al maíz uruguayo, el análisis de conglomerados permitió la estructuración de dos grupos (Figura 5.2A). G1 (rojo) estaba formado por cuatro variedades, de las cuales tres se caracterizan por tener granos planos, y la variedad UYNN1A, que presentaba granos con bordes contraídos. El G2 (azul) estaba formado por siete variedades, cuatro con granos de borde contraído y tres con borde plano (UYNB1A, UNYB4C y UYNN4A). Todas las variedades fueron recolectadas en la región norte del país, en los departamentos de Tacuarembó y Rivera.

En el análisis de agrupamiento conjunto (grupos + razas) elegimos incluir las razas de maíz brasileñas como comparación, ya que la última clasificación de las razas de Uruguay se basó en la clasificación brasileña, y la única raza harinosa descrita para Uruguay fue *Avatí moroti.* Por lo tanto, las razas *Lenha*, *Entrelaçado*, *Avatí moroti* y *Caingang* de Brasil, y la raza *Avatí moroti* se incluyó desde Uruguay. Los resultados demuestran la asociación de G1 con la raza *Caingang*, descrita en Uruguay por Paterniani y Goodman (1977), y la asociación de G2 con la raza *Avatí moroti* (Figura 5.2B). Sin embargo, en ambos grupos hay variedades con características que están más cerca de la raza asociada con el grupo del que no forman parte.

Como se mencionó, el análisis de conglomerados no es concluyente, por lo tanto, los resultados se analizaron en contraste con la descripción de cada raza. Así, las variedades de grano plano UYNB2A, UYNB5A y UYNN7B de G2, y UYNB1A, UYNB4C y UYNN4A de G1 fueron indicadas como pertenecientes a la raza *Avatí moroti*. La variedad UYNN2A de G1 pertenece a la raza *Caingang*, habiéndose

considerado la única variedad típica de esta raza por sus características. Las otras variedades pertenecen al complejo racial *Moroti-Caingang*. Ningún grupo se asoció ni presentó características de las razas *Entrelaçado* y *Lenha*.

Como fue comentado, los análisis de agrupamientos no son conclusivos, por lo tanto, los resultados fueron analizados contrastando con la descripción de cada una de las razas. De esa forma, las variedades de granos planos UYNB2A, UYNB5A y UYNN7B de G2, y UYNB1A, UYNB4C y UYNN4A de G1 fueron indicadas como pertenecientes a la raza *Avatí moroti*. La variedad UYNN2A del G1 pertenece a la raza *Caingang*, por lo que fue considerada la única variedad típica de esta raza por sus características. Las demás variedades pertenecen al complejo racial *Moroti-Caingang*. Ningún grupo se asoció ni presentó características de las razas *Entrelaçado* o *Lenha*.
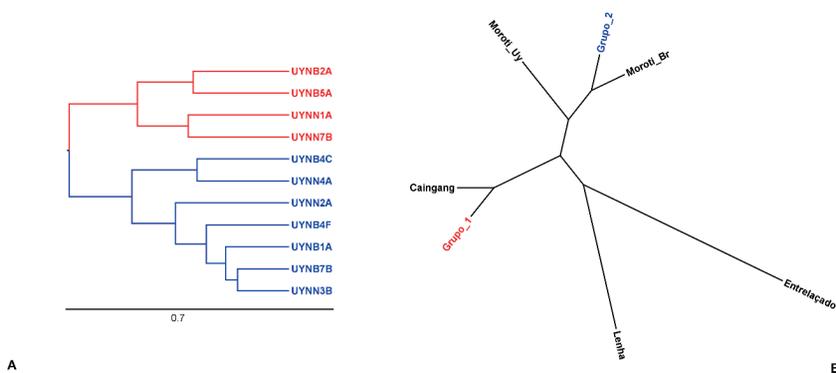
Figura 5.2. **A:** Análisis de conglomerados por el método WARD basado en el índice de Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano de las variedades de maíz farináceo en Uruguay. Punto de corte: 0,6; coeficiente cofenético: 0,7. Los colores indican los diferentes grupos: G1 (rojo) y G2 (azul). **B:** Análisis de la agrupación conjunta (grupos + razas) por el método WARD basado en el índice de Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano.

Pisingallos

Los datos sobre variedades de pisingallos de ambos países se analizaron juntos, sin considerar los criterios de análisis por país, ya que solo se recolectaron tres variedades de pisingallos en Uruguay. Los resultados demostraron la estructuración de al menos tres grupos (Figura 5.3A). El G1 (rojo) estaba compuesto por seis variedades que tienen granos redondos, con la única excepción de la variedad MGL1D, que tiene granos puntiagudos. El G2 (verde) estaba compuesto por tres variedades, todas caracterizadas por tener granos redondos. El G3 (azul) estaba compuesto por 11 variedades, predominantemente de granos puntiagudos,

con la excepción de las variedades RSX6A, MGP3B y MGY1D, que tienen granos redondos.

La división entre variedades de granos redondos y granos puntiagudos se utilizó como criterio principal para la indicación de las dos razas de pisingallo en Brasil, *Avatí pichingá ihú* (redonda) y *Avatí pichingá* (puntiaguda), porque se configura como la característica más discriminante entre las dos razas. Adoptamos este mismo criterio para caracterizar, al principio, los tres grupos. Paterniani y Goodman (1977) informaron que, en ese momento, los pisingallos puntiagudos eran menos frecuentes en Brasil, a diferencia de las variedades actualmente recolectadas. En el caso de Uruguay, este aspecto ocurre de manera opuesta: las variedades más frecuentes recolectadas en ese momento tenían granos puntiagudos (De María y otros, 1979), y los pisingallos de grano redondo fueron menos frecuentes. En nuestro estudio, las únicas tres variedades recolectadas en Uruguay se caracterizaron como granos redondos.

El análisis de agrupamiento conjunto (Figura 5.3B) mostró que los grupos G1, G2 y G3 estaban asociados con las razas antiguas, formando un conglomerado único separado de las nuevas razas que se han descrito para el microcentro de diversidad en la región del extremo oeste de Santa Catarina. Esto significa que las variedades actualmente recolectadas se incluyen dentro del rango de variabilidad fenotípica de las razas antiguas, sin presentar características que puedan diferenciarlas lo suficiente como para indicarlas como razas «nuevas».

Por lo tanto, se considerarán las siguientes razas actualmente conservadas en Brasil y Uruguay: i) pisingallos puntiagudos de Brasil, pertenecientes a la raza *Avatí pichingá*, reconocida localmente como maíz de *alho*; ii) pisingallos redondos de Brasil, que pertenecen a la raza *Avatí pichingá ihú*, genéricamente reconocida como *pipoca*; y iii) pisingallos redondos de Uruguay pertenecientes a la raza *Pisingallo redondo*, reconocida localmente como pisingallo, *picoca*.
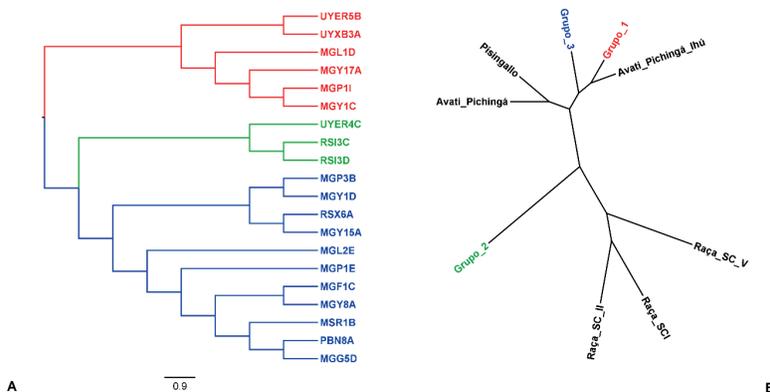
Figura 5.3. **A:** análisis de conglomerados por el método WARD basado en el índice Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano de las variedades de pisingallos de Brasil y Uruguay. Punto de corte: 0,46; coeficiente cofenético: 0,6. Los colores indican los diferentes grupos: G1 (rojo), G2 (verde), G3 (azul). **B:** Análisis de la agrupación conjunta (grupos + razas) por el método WARD basado en el índice de Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano para las variedades y razas de pisingallos de Brasil y Uruguay.

Duros y semiduros de Brasil

El análisis de agrupamiento de las variedades de maíces duros y semiduros en Brasil se llevó a cabo directamente en conjunción con las razas *Cateto* y *Cristal*, siendo los únicos descritos para el país, en los estudios del siglo pasado, que presentaron endospermo duro. En este caso, el Nivel 1 de análisis no se consideró debido al bajo número de variedades (ocho) caracterizadas con este tipo de endospermo. Los resultados demostraron la estructura genética en dos grupos (Figura 5.4). El G1 (rosa) fue formado por las variedades MGY7A y MGP1B, ambas de Minas Gerais, y por la raza *Cristal*. Esta raza fue descrita inicialmente por Cutler (1946) como *Abati tupi*, interpretada como blanco duro. En las clasificaciones de la década de 1970, Paterniani y Goodman (1977) describieron esta raza de las accesiones recolectadas en los estados de Minas Gerais, São Paulo y Bahía.

El grupo G2 (verde) estaba formado por la raza *Cateto* y por las otras variedades; RSF2G y RSZ1A, ambas de Rio Grande do Sul, eran las variedades fenotípicamente más cercanas a esta raza y, por lo tanto, se considerarán representantes típicos de la raza, que se caracteriza por tener granos duros y un color naranja intenso, con amplia distribución territorial. Paterniani y Goodman (1977) describieron una subraza llamada *Cateto assis*, endémica del estado de Rio Grande do Sul y originada en el cruce entre la raza *Cateto* y *Canario de ocho* (con distribución en Uruguay y Argentina), llamada Charrúa. Es de destacar que la

única diferencia señalada en la clasificación de 1977 entre las razas *Cateto* (Brasil), *Cateto sulino* (Uruguay) y *Cateto nortista* (Guyana) es el origen geográfico.

Teniendo en cuenta que el objetivo de la clasificación racial no es identificar tipos raros, sino comunes, las variedades MGP1A, RSX5A, MSX2A y PBF2A también se considerarán como pertenecientes a la raza *Cateto*, que en este estudio se denominará *Complejo Cateto*, por compartir características que les permitieron estar estructurados en el mismo grupo que la raza *Cateto*, pero en el proceso de divergencia, es decir, todavía no tienen suficientes características diferentes para ser indicados como razas «nuevas».
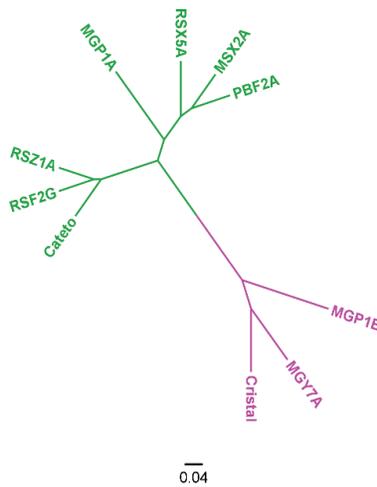
Figura 5.4. Análisis de la agrupación conjunta (grupos + razas) por el método WARD basado en el índice Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano para las variedades y razas de maíz duro y semiduro en Brasil. Grupos: G1 (rosa) y G2 (verde).

Duros y semiduros de Uruguay

En Uruguay, se identificaron maíces duros y semiduros en todas las regiones de recolección, pero en una proporción menor (30 %) que la reportada en la década de 1970 (65 %). El análisis de conglomerados de las variedades de maíz duro y semiduro de Uruguay permitió la estructuración de cuatro grupos (Figura 5.5A). El grupo G1 (verde) estaba formado por cuatro variedades de color de grano anaranjado, cada variedad con un número diferente de filas. El G2 (azul) estaba compuesto por diez variedades, predominantemente granos anaranjados y espigas con 14 hileras, con las variedades UYNB4A y UYNB4D con espigas con 16 hileras, y las variedades UYNB4D, UYNN6A y UYNN7A fueron las únicas caracterizadas con granos de color morado. Fue el único grupo que mostró variación en términos de

color de grano. El G3 (rosa) estaba formado por las variedades UYES2A y UYER6A, las únicas que tenían un color de grano blanco. El grupo G4 (rojo) estaba formado por seis variedades de granos naranja, con 12 filas, siendo la variedad UYNB6A la única con espigas con 20 filas, y la variedad UYSS8A la única con granos blancos.

En el análisis de la agrupación conjunta (grupos + razas) los resultados mostraron la división en dos grandes grupos, uno con la raza G3 y *Cristal*, y el otro con G1, G2, G4 y las otras razas. En general, los grupos G1, G2 y G4 se asociaron con las razas *Cateto sulino*, *Cateto sulino grueso*, *Cuarentino*, *Canario de ocho*, en mayor o menor proximidad (Figura 5.5B). El grupo G3 se asoció con la raza *Cristal.* En la clasificación de De María y otros (1979) las razas *Cateto sulino*, *Cateto sulino grueso*, *Cuarentino*, *Canario de ocho* mostraron características muy similares, que difieren solo en una o dos características (como el número de filas y/o el tamaño del grano), lo que podría explicar la estructuración de las razas en un solo conglomerado.

La variedad UYEN1A, llamada por el agricultor «criollo», presentó características típicas de la raza *Cateto sulino*; la variedad UYNB6A mostró características típicas de la raza *Cateto sulino grueso*. Las variedades G3 y UYSS8A, con color de grano blanco, se considerarán pertenecientes a la raza *Cristal*. Se considerará que las otras variedades pertenecen al *Complejo cateto sulino*. Ninguna variedad mostró características típicas de las razas *Canario de ocho* (espiga cilíndrica con ocho hileras) ni *Cuarentino* (granos muy pequeños con un intenso color naranja).
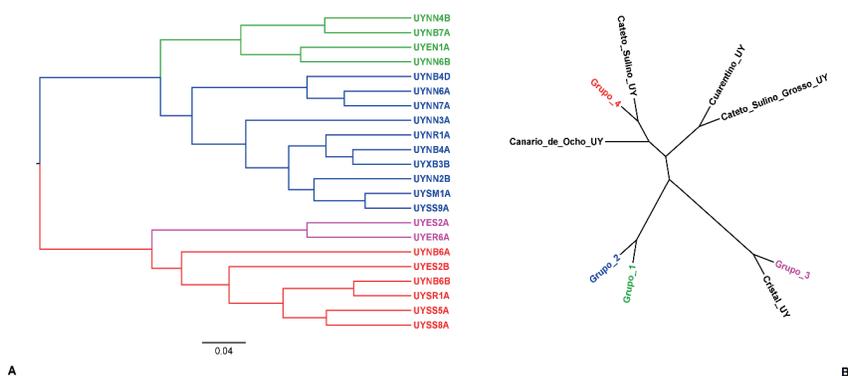
Figura 5.5. **A:** Análisis de conglomerados utilizando el método WARD basado en el índice de Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano de las variedades de maíz duro y semiduro en Uruguay. Punto de corte: 0,45; coeficiente cofenético: 0,6. Los colores indican los diferentes grupos: G1 (verde), G2 (azul), G3 (rosa) y G4 (rojo). **B:** Análisis de la agrupación conjunta (grupos + razas) por el método WARD basado en el índice Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano para las variedades y razas de maíz uruguayo duro y semiduro.

Dentados y semidentados de Ibarama, Rio Grande do Sul

El análisis de conglomerados de 45 variedades con granos *dentados* y *semidentados* recolectados en la ciudad de Ibarama, Rio Grande do Sul, permitió la estructuración genética en cinco grupos (Figura 5.6A). El grupo G1 (rojo) estaba compuesto por 21 variedades, caracterizadas predominantemente por variedades de grano amarillo, con la excepción de las variedades RSI2B (blanco), RSN1D (púrpura y amarillo), RSX3C (blanco y púrpura) y RSZ2B (blanco). El G2 (amarillo) estaba formado por 11 variedades, agrupando variedades que tienen color de grano blanco y variedades que tienen espigas con ocho filas. El G3 (verde) estaba formado por tres variedades, la RSM2C con espigas con dos colores de grano, la RSM2A con color de grano rojizo y la RSX3A con granos de color amarillo. El G4 (azul) se formó exclusivamente por variedades que tienen espigas con más de 20 hileras. El grupo G5 (púrpura) estaba compuesto por seis variedades, dos de las cuales tienen granos rosados (RSF2F y RSZ2A), la variedad RSF2L con granos morados, las variedades RSF2C y RSF2I de granos amarillos, y la variedad RSF2D de grano blanco.

El análisis de agrupamiento conjunto (Figura 5.6B) mostró que los cinco grupos relacionados con las colecciones actuales permanecieron dentro del rango de variabilidad fenotípica de las razas descritas anteriormente. Ningún grupo se asoció con la raza *Hickory king*, caracterizada por granos blancos y espigas con ocho filas de disposición completamente recta. Sin embargo, las variedades RSF2H, RSM3B y RSR1A (granos blancos/amarillos y ocho filas de disposición completamente recta), pertenecientes a G2, tienen características más cercanas al *Hickory king* que el patrón fenotípico del grupo. Por lo tanto, se considerará que estas tres variedades pertenecen a esta raza, que en este trabajo se llamará *Oito carreiras* (nomenclatura local).

Consiguientemente, las razas presentes hoy son *Dente riograndense* (liso o rugoso), *Dente branco riograndense* (RSF2A, RSF2D, RSG2A, RSG4A, RSI2B y RSZ2B), *Cravo* (G4, localmente llamado «Cunha») y *Oito carreiras* (RSF2H, RSM3B y RSR1A), *Dente colorado riograndense* (RSF2L), *Dente pintado riograndense* (RSM2C, RSN1D y RSX3C) y *Dente rosado riograndense* (RSZ2A y RSF2F).
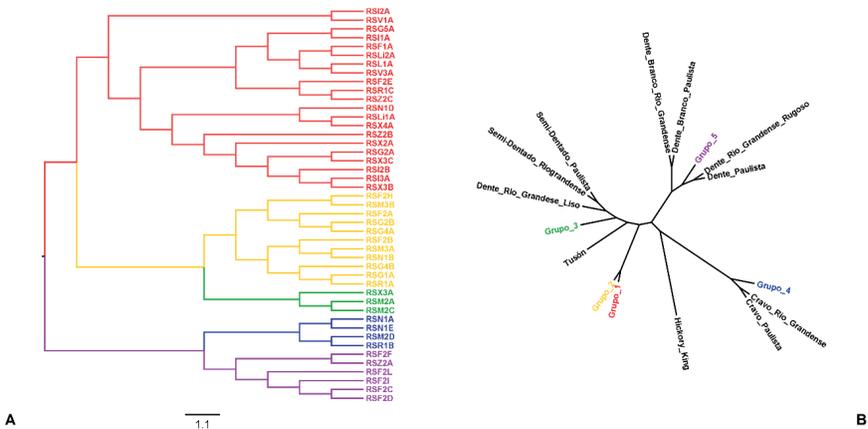
Figura 5.6. **A:** Análisis de conglomerados utilizando el método WARD basado en el índice Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano de las variedades de maíz abollado y semiabollado en el municipio de Ibarama, Rio Grande do Sul. Punto de corte: 0,45; coeficiente cofenético: 0,7. Los colores indican los diferentes grupos: G1 (rojo), G2 (amarillo), G3 (verde), G4 (azul) y G5 (púrpura). **B:** Análisis de agrupación conjunta (grupos + razas) por el método WARD basado en el índice Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano para las variedades y razas de maíz abollado y semiabollado en el municipio de Ibarama, Río Grande do Sul, bioma bosque atlántico-pampa.

Dentados y semidentados de la Zona de la Mata, Minas Gerais

El análisis de conglomerados de 58 variedades caracterizadas como *dentados* y *semidentado* colectadas en la región de la Zona da Mata, Minas Gerais, permitió la estructuración genética en seis grupos (Figura 5.7A). El G1 (rojo) estaba formado por ocho variedades exclusivamente de color rojo, morado y marrón. El G2 (amarillo) estaba compuesto por seis variedades, todas con un color de grano blanco. El G3 (verde) estaba formado por cinco variedades de granos y espigas amarillas con predominantemente 12 hileras. El G4 (celeste) también estaba compuesto por cinco variedades, con predominio de granos anaranjados y espigas de diez hileras. El G5 (azul) estaba formado por 15 variedades y el G6 (rosa) estaba compuesto por 19 variedades, ambas con predominantemente granos amarillos y espigas con 12 hileras.

El análisis conjunto (Figura 5.7B) mostró que los seis grupos no estaban asociados con las razas de maíz dentadas y semidentadas descritas para Brasil. De hecho, en las clasificaciones de 1958 y 1977 no se reportó ninguna raza con este tipo de endospermo del estado de Minas Gerais. Por lo tanto, las razas de maíz dentado y semidentado conservadas en la región de la Zona da Mata de Minas Gerais, bioma del bosque atlántico, se indicarán como *Dente colorado mineiro* (G1), *Dente branco mineiro* (G2), *Dente mineiro* (G3, G4, G5 y G6) y *Dez fileiras alaranjado* (MGG1D).
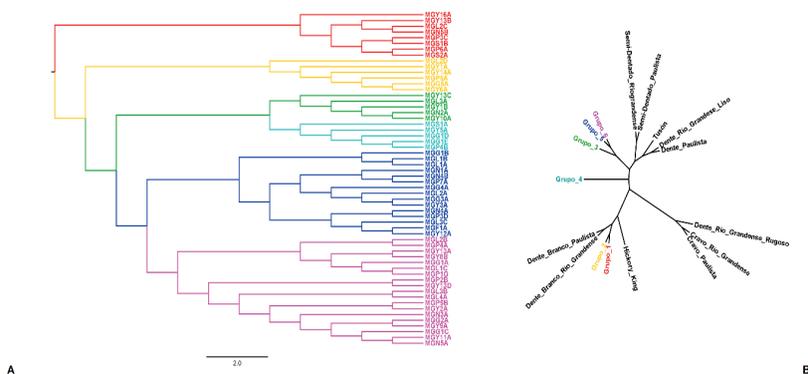
Figura 5.7. **A:** Análisis de conglomerados por el método WARD basado en el índice de Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano de las variedades de maíz dentado y semidentado en la región de la Zona de la Mata, Minas Gerais. Punto de corte: 0,55; coeficiente fenético: 0.7. Los colores indican los diferentes grupos: G1 (rojo), G2 (amarillo), G3 (verde), G4 (azul claro), G5 (azul oscuro) y G6 (rosa). **B:** Análisis de la agrupación conjunta (grupos + razas) por el método WARD basado en el índice Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano para las variedades y razas de maíz dentado y semidentado en la región de la Zona de la Mata. Minas Gerais, bioma bosque atlántico.

Dentados y semidentados del Polo da Borborema, Paraíba

El análisis de conglomerados de 43 variedades caracterizadas como dentadas y semidentadas colectadas en la región de Polo da Borborema, Paraíba, permitió la estructuración genética en seis grupos (Figura 5.8A). El G1 (rojo) estaba formado por solo dos variedades, PBN6A y PBY1A, con mayor longitud de espiga (10 cm) y diámetro del raquis (1,98 cm). El G2 (amarillo) estaba formado por siete variedades, cuya principal diferencia con respecto a los otros grupos es el predominio de variedades con un color de grano rojizo. El G3 (verde) estaba compuesto por seis variedades, todas con marlos rojos, siendo esta la característica principal que lo diferenciaba de los otros conglomerados. El G4 (azul claro), compuesto por nueve variedades, mostró un patrón fenotípico similar a G1 y G3. El G5 (celeste) estaba formado por 14 variedades, caracterizadas por tener espigas con 12 hileras. El G6 (rosa) estaba compuesto por cinco variedades caracterizadas por tener espigas con 14 hileras. Es de destacar que la mayoría de las variedades presentaron espigas con 10 hileras, de manera diferente a otras regiones.

El análisis de agrupamiento conjunto (Figura 5.8B) mostró que los seis grupos no estaban asociados con ninguna de las razas de maíz dentadas y semidentadas descritas para Brasil. De hecho, las clasificaciones de 1958 y 1977 no incluían el bioma caatinga. Los seis grupos se asociaron entre sí y ninguna variedad fue una excepción al patrón fenotípico de los grupos. Así, la raza de maíz dentada y

semidentada conservada en la región de Polo da Borborema, estado de Paraíba, bioma caatinga, se denominará *Dente paraibano*.
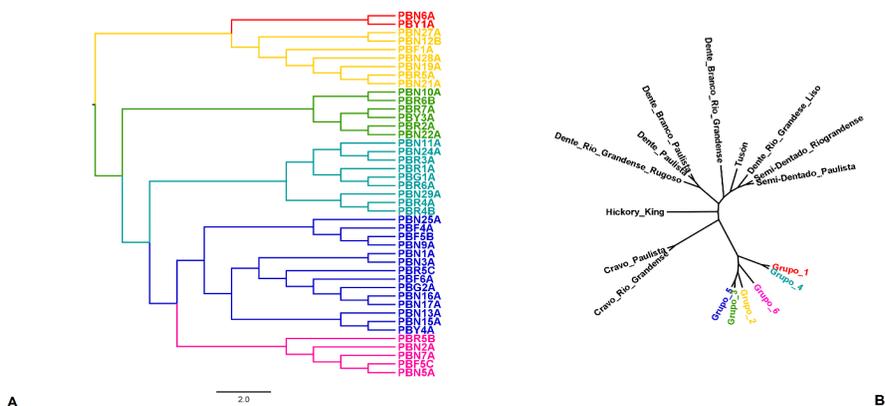
Figura 5.8. **A:** Análisis de conglomerados utilizando el método WARD basado en el índice de Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano de las variedades de maíz dentado y semidentado en la región de Polo da Borborema, Paraíba. Punto de corte: 0,6; coeficiente cofenético: 0,8. Los colores indican los diferentes grupos: G1 (rojo), G2 (amarillo), G3 (verde), G4 (azul claro), G5 (azul oscuro) y G6 (rosa). **B:** Análisis de la agrupación conjunta (grupos + razas) por el método WARD basado en el índice de Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano para las variedades y razas de maíz dentado y semidentado en la región de Polo da Borborema, Paraíba, bioma caatinga.

Dentados y semidentados de Mato Grosso do Sul

El análisis de conglomerados de las variedades de maíz dentado y semidentado en el estado de Mato Grosso do Sul se realizó directamente junto con las razas descritas para Brasil. En este caso, el *Nivel 1* de análisis no se consideró debido al bajo número de variedades (diez) caracterizadas con este tipo de endospermo. Los resultados demostraron la estructura genética en dos grupos (Figura 5.9). El G1 (azul) fue formado por todas las variedades de Mato Grasso do Sul y el G2 (rojo) por las razas antiguas. De hecho, en las clasificaciones de 1958 y 1977 no se notificó ninguna raza con este tipo de endospermo del estado de Mato Grosso do Sul. Analizando la variabilidad interna de G1, las variedades MSS1C (color de grano blanco), MSF3A y MSN2A (granos rojos) fueron las únicas que no mostraron el patrón de granos amarillos, predominando en el grupo.

Por lo tanto, las razas de maíz dentado y semidentado actualmente conservadas en el estado de Mato Grosso do Sul, bioma cerrado, se denominarán: *Dente branco sul mato-grossense* (MSS1C), *Dente sul mato-grossense* (*azteca*), *Colorado sul mato-grossense*.
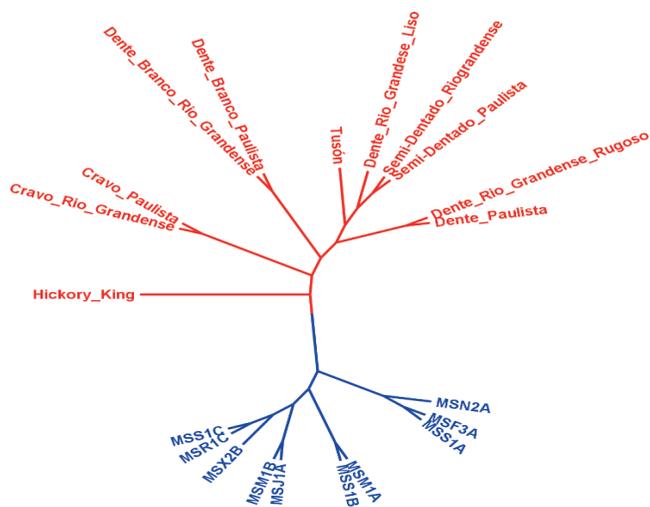
Figura 5.9. Análisis de agrupamiento conjunto (variedades + razas de maíz dentado y semidentado) por el método WARD basado en el índice Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano para variedades en el estado de Mato Grosso do Sul, bioma cerrado, y razas de maíz con dientes y semidientes de Brasil. Punto de corte: 0.5; coeficiente cofenético: 0,8.

Dentados y semidentados de Uruguay

El análisis de conglomerados de las variedades caracterizadas como dentadas y semidentadas recogidas en Uruguay (seis del norte, ocho del este y ocho del sur) se realizó considerando todas las regiones juntas en función del número de variedades (menor o igual a diez) recogidas por región. Los resultados mostraron estructura genética en cuatro grupos (Figura 5.10A). El G1 (rojo) estaba compuesto por 11 variedades, todas con granos blancos. El G2 (verde claro) estaba formado por las variedades UYER3A y UYEA1A de color de grano blanco, y por la variedad UYER3B de color de grano amarillo. El grupo G3 (celeste) estaba compuesto por cuatro variedades, todas ellas de color de grano amarillo y forma de espiga cilíndrica. Finalmente, el G4 (morado) también estaba formado por cuatro variedades, con color de grano amarillo y espigas cónicas-cilíndricas.

El análisis conjunto de conglomerados (Figura 5.10B) mostró que los cuatro grupos relacionados con las colectas actuales estaban asociados entre sí, pero no con ninguna de las razas descritas anteriormente. Así, indicamos dos razas de maíz dentado y semidentado actualmente conservadas en Uruguay, el bioma pampa, que se llamarán: Amarillo dentado (G3, G4 y UYER3B), Blanco dentado (G1

y G2), que probablemente sean descendientes de las razas descritas por De María y otros (1979) como *Dente riograndense*, *Semi-dente riograndense* y *Dente branco riograndense*.
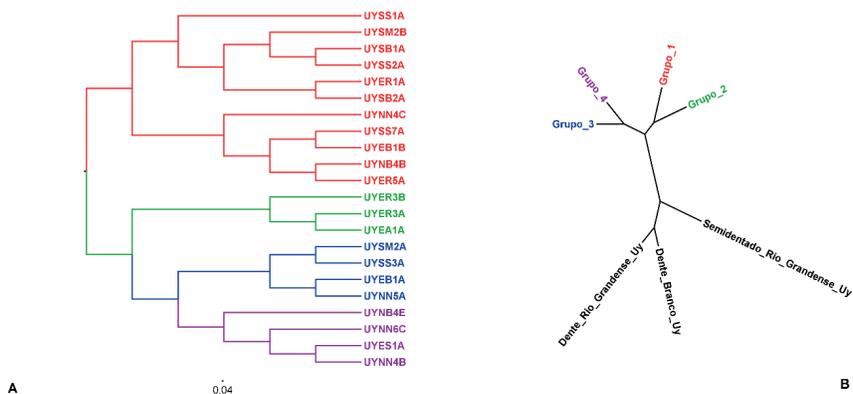
Figura 5.10. **A:** Análisis de conglomerados utilizando el método WARD basado en el índice de Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano de las variedades de maíz dentadas y semidentadas en Uruguay. Punto de corte: 0,44; coeficiente cofenético: 0,6. Los colores indican los diferentes grupos: G1 (rojo), G2 (verde), G3 (azul) y G4 (púrpura). **B:** Análisis de la agrupación conjunta (grupos + razas) por el método WARD basado en el índice Gower, estimado a partir de las características fenotípicas de la espiga y el grano para las variedades y razas de maíz dentado y semidentado en Uruguay, bioma pampeano.

Dulces

Se identificaron dos variedades con el endospermo dulce (arrugado) en Brasil, una preservada en el estado de Rio Grande do Sul (caracterizada fenotípicamente por el equipo del Proyecto) y la otra preservada en Minas Gerais (sin datos de caracterización fenotípica). Como en la clasificación de las razas de maíz en Brasil no se describieron razas de maíz dulce, consideraremos las dos variedades que pertenecen a la misma raza llamada *Doce*. En el futuro deben llevarse a cabo trabajos para evaluar si hay suficientes diferencias fenotípicas entre las variedades para clasificarlas en razas distintas de maíz dulce.

LAS RAZAS DE MAÍZ DE BRASIL Y URUGUAY: CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

En este estudio se clasificaron un total de 29 razas y tres complejos raciales (Tabla 5.1; Figura 5.11 y Figura 5.12), con 25 razas/complejos raciales descritos para Brasil y 10 razas/complejos raciales descritos para Uruguay. Solo tres razas/complejos raciales eran comunes a ambos países. De las 29 razas, 14 fueron

consideradas «razas nuevas». Las cinco razas y/o complejos raciales con el mayor número de variedades fueron *Dente paraibano* (43), *Dente mineiro* (42), *Dente riograndense* (27), *Complejo cateto sulino* (17) y *Blanco dentado* (13). Un total de 16 razas y complejos raciales (50 %) tienen menos de cinco variedades que representan el grupo.

Raza	**Bioma**	**Número de variedades**	¿Nueva raza?
Alho (Avatí Pichingá)	Caatinga, Cerrado y Bosque Atlántico	09	No
Avatí Moroti	Cerrado, Ecotono Bosque Atlántico/ Pampa y Pampa	10	No
Amarillo dentado	Pampa	09	No
Blanco dentado	Pampa	13	No
Caingang	Pampa	01	No
Cateto	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa	03	No
Cateto Sulino	Pampa	01	No
Cateto Sulino Grosso	Pampa	01	No
Complejo Cateto	Caatinga, Cerrado, Ecotono Bosque Atlántico/Pampa y Bosque Atlántico	40	No
Complejo Cateto Sulino	Pampa	17	No
Complejo Moroti-Caingang	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa y Pampa	07	No
Cravo	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa	04	No
Cristal	Bosque Atlántico y Pampa	05	No
Dente Branco Mineiro	Bosque Atlántico	06	Sí
Dente Branco Riograndense	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa	06	No
Dente Branco Sul Mato-grossense	Cerrado	01	Sí
Dente Colorado Mineiro	Bosque Atlántico	08	Sí
Dente Colorado Riograndense	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa	01	Sí
Dente Colorado Sul Mato-grossense	Cerrado	01	Sí

Dente Mineiro	Bosque Atlántico	42	Sí
Dente Paraibano	Caatinga	43	Sí
Dente Pintado Riograndense	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa	03	Sí
Dente Riograndense	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa	27	No
Dente Rosado Riograndense	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa	02	Sí
Dente Sul Mato-grossense	Cerrado	08	Sí
Dez fileiras alaranjado	Bosque Atlántico	02	Sí
Doce	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa y Bosque Atlántico	02	Sí
Entrelaçado	Amazonía	05	No
Exótica	Caatinga y Ecotono Bosque Atlántico	02	Sí
Oito Carreiras	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa	02	No
Pipoca redonda (Avatí Pichingá Ihú)	Ecotono Bosque Atlántico/Pampa, Bosque Atlántico	08	No
Pisingallo redondo	Pampa	03	Sí

Tabla 5.1. Distribución de razas por bioma, número de variedades criollas de maíz representativas de cada raza e información sobre si es una raza existente o nueva.

Es importante destacar que la investigación no incluyó los mismos territorios que las clasificaciones realizadas en la década de 1970, por lo tanto, la información generada por el Proyecto se agrega a la información anterior y no la reemplaza. Las características de cada raza se están organizando en un catálogo sobre las razas de maíz en Brasil y Uruguay. Es de destacar que investigar la diversidad del maíz basado en el estudio de razas no es algo definitivo, dado que la información debe analizarse periódicamente, ya sea haciendo nuevas colecciones o revisando y ajustando los datos generados por el Proyecto, agregando nueva información al respecto de variedades o incluso utilizando otras herramientas de análisis de datos. Los resultados obtenidos sirvieron de base para el establecimiento de microcentros de diversidad, como se presentará en el Capítulo 6.

Figura 5.11. Razas de maíz de Brasil clasificadas en el Proyecto de Razas de Maíz de la Tierras Bajas en América del Sur.

Figura 5.11. Razas de maíz de Brasil clasificadas en el Proyecto de Razas de Maíz de la Tierras Bajas en América del Sur (continuación).

Figura 5.11. Razas de maíz de Uruguay clasificadas en el Proyecto de Razas de Maíz de la Tierras Bajas en América del Sur (continuación).

REFERENCIAS

Brieger, F.G.; Gurgel, J.T.A.; Paterniani, E.; Blumenchein, A.; Alleoni, M.R. (1958) Races of maize in Brazil and other eastern South American Countries. National Academic of Sciences, Washington DC.

De María, F.; Fernández, G.; Zoppolo, G. (1979) Caracterización agronómica y clasificación racial de las muestras de maíz colectadas en Uruguay bajo el Proyecto IBPGR y Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr. Universidad de la República, Montevideo.

Fernández, G.; Frutos, E.; Maiola, C. (1983) Catálogo de Recursos Genéticos de Maíz de Sudamérica - Uruguay. INTA-EERA, Pergamino.

Goodman, M.M.; Bird, R.M. (1977) The races of maize IV. Tentative grouping of 219 Latin American races. Economic Botany 31:204-221.

Gower, J.C. (1971) A general coefficient of similarity and some of its properties. Biometrics 27(4):857-871.

Gutiérrez, L.; Franco, J.; Crossa, J.; Abadie, T. (2003) Comparing a preliminary racial classification with a numerical classification of the maize landraces of Uruguay. Crop Science 43:718-727.

Mojena, R. (1977) Hierarchical grouping method and stopping rules: an evaluation. Computer Journal 20:359-363.

Oksanen, J.; Guillaume Blanchet, F.; Friendly, M.; y otros (2019) Vegan: Community Ecology Package. R package version 2.5-5. https://CRAN.R-project.org/package=vegan. Acceso em 10/12/2019.

Paterniani, E.; Goodman, M.M. (1977) Races of maize in Brazil and adjacent areas. CIMMYT, Mexico City.

Perales, H.; Golicher, D. (2014) Mapping the diversity maize races in Mexico. PLoS One 9(12):e114657.

R Core Team (2019) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. https://www.R-project.org/. Acceso em 10/12/2019.

Silva, N.C.A.; Vidal, R.; Ogliari, J.B. (2017) New popcorn races in a diversity microcenter of Zea mays L. in the Far West of Santa Catarina, Southern Brazil. Genetic Resources of Crop Evolution 64: 1191-1204.

Sturtevant, E.L. (1899) Varieties of corn. USDA Bulletin. No. 57, Washington, DC.

CAPÍTULO 6

MICROCENTROS DE DIVERSIDAD GENÉTICA DEL MAÍZ EN LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR

Aceptado: 03/11/2020

Natália Carolina de Almeida Silva
Ingeniera agrónoma
Doctora en Recursos Genéticos Vegetales
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada en la Universidad Tecnológica del Uruguay
Durazno, Uruguay
ID Lattes: 9960873114239453

Flaviane Malaquias Costa
Ingeniera agrónoma
Máster en Recursos Genéticos Vegetales
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz
Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 5977815050673863

Rafael Vidal
Ingeniero agrónomo
Doctor en Recursos Genéticos Vegetales
Investigador del Grupo InterABio y del Laboratorio de Fitotecnia del Departamento de Biología Vegetal
Profesor adjunto de la Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica
Montevideo, Uruguay
ID Lattes: 7810178532592114

Elizabeth Ann Veasey
Ingeniera agrónoma
Doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas
Investigadora del Grupo InterABio
Profesora asociada de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São Paulo
Piracicaba, São Paulo, Brasil
ID Lattes: 8454553859685834

Estudio realizado como parte de la tesis doctoral titulada *Patrones de dispersión y conservación de la diversidad genética del maíz en las tierras bajas de América del Sur*, Departamento de Genética, Escuela de Agricultura Luiz de Queiroz de la Universidad de São Paulo (ESALQ/USP). Piracicaba, São Paulo, Brasil.

INTRODUCCIÓN

Los centros de diversidad se refieren a los centros de acumulación de germoplasma y domesticación in situ (Harlan, 1971; Hawkes, 1983), desarrollados por poblaciones humanas que obtienen, cultivan y mejoran sus cultivos para permitir el mantenimiento nutricional de las altas densidades de población (Clement, 1999). Para caracterizar una región como un centro de diversidad, los factores genéticos, biológicos, socioculturales, ecológicos y evolutivos son esenciales (Serratos, 2009).

Las regiones consideradas centros de diversidad para especies cultivadas están asociadas con áreas restringidas con alta diversidad, y microcentros de diversidad relacionados con áreas geográficas muy restringidas, dentro de las que se acumula una diversidad significativa (Harlan, 1971, 1992). La identificación de microcentros de diversidad es relevante pues contribuye a: a) comprender cuál es y cómo se distribuye la diversidad conservada

in situ/*on-farm*; b) formular políticas públicas para la conservación de los recursos genéticos de importancia para la alimentación y la agricultura; c) comprender los patrones de dispersión de una especie; d) guiar las estrategias de colección de germoplasma, considerando áreas de alta diversidad genética; e) desarrollar programas de mejoramiento genético. La caracterización de la distribución espacial de la diversidad en los microcentros de diversidad puede estar determinada por la biogeografía de las especies cultivadas, así como por los aspectos geográficos humanos (interacción entre la sociedad y el espacio geográfico), que involucran al grupo étnico, cuyos habitantes comparten una identidad local y rasgos culturales, relaciones sociales, organización y uso del suelo, y diversos factores económicos (Zimmerer y Douches, 1991).

Los centros de diversidad pueden involucrar diferentes niveles de cobertura espacial: macrogeográfica, mesogeográfica y microgeográfica, donde se puede agrupar la concentración de la diversidad biológica. En este contexto, una microrregión puede cubrir un área de 1.000 a 10.000 km² (Zimmerer y Douches, 1991), así como los centros de diversidad más pequeños corresponden a áreas restringidas con una concentración moderada a alta de recursos genéticos de plantas cultivadas, debido a la influencia antrópica actual o pasada (Clemente, 1999). En este caso, la concentración de la diversidad está relacionada con un grupo humano con una cultura específica, con tecnología agrícola significativa y, por lo tanto, puede considerarse como un centro de acumulación a lo largo del tiempo (Clement, 1999). En el altiplano de Perú, por ejemplo, las microrregiones a menudo corresponden a municipios, departamentos políticos que reflejan patrones de organización económica y sociocultural del pasado y el presente (Zimmerer y Douches, 1991).

Los centros de diversidad y los microcentros están formados por la conservación in situ/*on-farm*, que corresponde a la conservación de los componentes de la diversidad biológica en sus ambientes naturales (CBD, 1992). Esta estrategia implica la conservación de ecosistemas y hábitats naturales, el mantenimiento y la recuperación de poblaciones viables en sus ambientes naturales y, en el caso de especies domesticadas o cultivadas, en los ambientes donde han desarrollado sus propiedades características (CBD, 1992). La conservación in situ/*on-farm* juega un papel esencial en el mantenimiento de la diversidad de los recursos genéticos en el campo, ya que está sujeta a procesos evolutivos, promoviendo el desarrollo adaptativo de las especies en relación con las variaciones climáticas que se han producido con el tiempo. El mantenimiento de los procesos ecológicos es esencial para que las poblaciones persistan frente a un entorno naturalmente heterogéneo, en continuo cambio antes de la acción humana, y permite la generación continua de nuevos recursos genéticos a través de la evolución en su entorno natural y la

domesticación en su entorno social. (Pincel, 2000). Sin embargo, estos recursos genéticos son vulnerables a las pérdidas dentro del sistema agrícola en el que se insertan, principalmente debido a la industrialización de la agricultura, pues los agricultores familiares han reemplazado sus variedades nativas con cultivares comerciales (Brush, 2000).

En el caso del maíz (*Zea mays* spp. *mays* L.), la distribución de variedades criollas en paisajes agrícolas puede ser un indicador de los patrones de riqueza y uniformidad de la diversidad genética mantenida in situ/*on-farm,* y ayudar en la definición de estrategias para conservación. Un estudio reciente sugirió que el maíz llegó a las tierras bajas de América del Sur en un estado parcial de domesticación, y también indicó un centro secundario de mejoramiento de la especie en esta parte del continente (Kistler y otros, 2018). El microcentro de diversidad de maíz identificado en Santa Catarina, en el Sur de Brasil, mostró una riqueza expresiva de variedades criollas, características morfológicas y valores de uso atribuidos a las variedades (Costa y otros, 2017). Con el fin de ampliar el muestreo y el conocimiento sobre los recursos genéticos de la especie, y para indicar zonas de conservación prioritarias, esta investigación tuvo como objetivo identificar microcentros de diversidad de maíz en las tierras bajas de América del Sur, a través de indicadores e índices etnobotánicos, morfológicos y moleculares de diversidad genética, en diferentes regiones y biomas de Brasil y Uruguay.

PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE MICROCENTROS DE DIVERSIDAD DEL MAÍZ EN LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR

La investigación abarcó cinco biomas: amazonas, cerrado, caatinga, bosque atlántico y pampa; cinco estados en Brasil: Mato Grosso do Sul (MS), Minas Gerais (MG), Paraíba (PB), Rio Grande do Sul (RS) y Rondônia (RO); y cinco departamentos en Uruguay: Canelones (CA), Rocha (RO), Treinta y Tres (TT), Tacuarembó (TA) y Rivera (RV) (Figura 6.1). La colección y caracterización etnobotánica fue apoyada por la Red de Investigación Colaborativa del Grupo Interdisciplinario de Estudios en Agrobiodiversidad InterABio, presentada en el Capítulo 4, que involucró universidades, organizaciones que trabajan con la agricultura familiar, e instituciones de investigación y extensión.

El número de agricultores que participaron en cada región se determinó de acuerdo con la indicación de los socios locales, la logística y el propio interés de los agricultores en participar y colaborar con la investigación. El estudio contó con la participación de 261 agricultores y 127 entrevistados, como se muestra en la Tabla 4.3 del Capítulo 4. Durante las colecciones, se buscó obtener la máxima diversidad de variedades criollas de maíz presentes en cada región. La *caracterización*

etnobotánica se describió en el Capítulo 4 y la *caracterización fenotípica* y la *clasificación de las razas* se llevaron a cabo con base en la descripción metodológica, presentada en el Capítulo 5.

La caracterización molecular involucró 209 accesiones de maíz de los estados Mato Grosso do Sul (15), Minas Gerais (46), Paraíba (25), Rio Grande do Sul (26) y Rondônia (8), en Brasil, y los departamentos de Canelones (17), Rocha/Treinta y Tres (22) y Tacuarembó/Rivera (50), en Uruguay. Las muestras se extrajeron utilizando el método CTAB modificado (Doyle y Doyle, 1990), en el laboratorio *Genetic Analysis Service for Agriculture* (SAGA) en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) ubicado en México. La obtención de marcadores de polimorfismo de un solo nucleótido (SNP) utilizando la técnica de genotipado DarTseq fue realizada por la compañía *Diversity Arrays Technology* (DART) (https://www.diversityarrays.com/technology-and-resources/dartseq/dartseq-data-types/), en el CIMMYT.
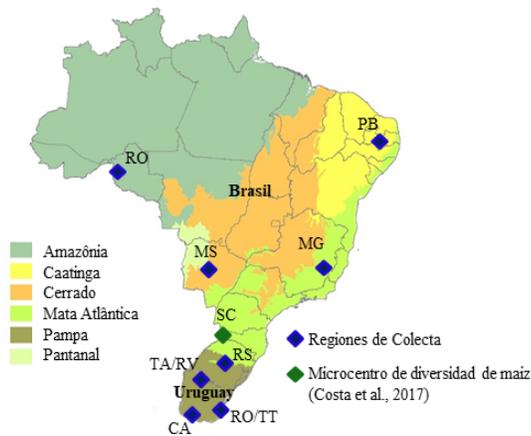
Figura 6.1 Distribución geográfica de las regiones de recolección y los biomas cubiertos por esta investigación, y el microcentro de diversidad identificado por Costa y otros (2017). Los colores en la parte inferior del mapa representan la distribución de biomas en Brasil y Uruguay.

Los parámetros de diversidad genética, el número total de alelos (*A*), la heterocigosidad observada (HO), el índice de diversidad genética de Nei (1978) (o heterocigosidad esperada, HE) y el coeficiente de endogamia (*f*) se estimaron utilizando el paquete *hierfstat* (Goudet, 2005) y *poppr* (Kamvar y otros, 2014) en el programa R (R Development Core Team, 2015). En este estudio, los parámetros de diversidad se consideraron solo indicadores de la diversidad genética, ya que

las muestras se extrajeron utilizando *bulks* de individuos (dos *bulks* de hojas de 15 individuos de cada acceso, que representaban 30 individuos por variedad), que formaron una muestra compuesta que representa cada acceso.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD GENÉTICA DEL MAÍZ

La caracterización etnobotánica, fenotípica y molecular permitió la obtención de los siguientes indicadores: i) etnobotánicos: número promedio de variedades por agricultores (NVA), riqueza de nombres locales (RNL), riqueza de nombres exclusivos (RNE), riqueza de usos gastronómicos (RU), riqueza de origen (RO), tiempo promedio de cultivo (TM); ii) fenotípicos: riqueza de color de grano (RCG), riqueza de tipo de grano (RTG), riqueza racial (RR), riqueza de razas exclusivas (RRE), *Índice de Shannon de los descriptores cualitativos (H›DQ);* y iii) moleculares: índice de diversidad genética de Nei (1978) (D), y heterocigosidad observada (H_O). Los indicadores RNE y RRE que involucran el carácter «exclusivo» corresponden a nombres y razas locales con presencia identificada exclusivamente en una región. El H’DQ consideró los descriptores: textura del color del grano, color del grano, tipo de grano, forma de la espiga, disposición del grano en la hilera, color del marlo, color del pericarpio, color del endospermo, forma del grano, forma del borde del grano.

Se generaron índices de diversidad genética basados en los indicadores obtenidos, como herramienta metodológica para la identificación y caracterización de los microcentros de diversidad de maíz. Para cada indicador etnobotánico y fenotípico, se calcularon los índices de diversidad de Shannon (H’) (Shannon, 1948). Para los indicadores moleculares, se consideraron el índice de diversidad genética Nei (1978) (D) y la heterocigosidad observada (H_O). A partir del valor promedio de los índices etnobotánicos, se generó un solo índice, que se denominó «Índice Etno», y por el mismo procedimiento se generaron, a partir de los índices fenotípicos y moleculares, el «Índice Feno» y el «Índice Mol», respectivamente. Estos índices se obtuvieron con el objetivo de indicar un valor de referencia promedio para la diversidad genética por región, en función de sus respectivos indicadores. El índice de Shannon se calculó utilizando el *software* PAST versión 4.0 (Hammer y otros, 2001).

H’ representa un índice de diversidad utilizado para medir la diversidad de datos categóricos. El cálculo de H se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$H' = -\sum_{i=1}^{S} p_i \ln p_i$$

pi = abundancia relativa (proporción) de la variedad *i* en la muestra

pi = ni/N

ni = número de individuos de la variedad i

N = número de individuos total en la muestra

INDICADORES QUE DAN FORMA A LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE LAS VARIEDADES CRIOLLAS EN DIFERENTES REGIONES DE LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR

La diversidad genética de las variedades criollas de maíz se evaluó utilizando indicadores etnobotánicos, fenotípicos y moleculares por región. Los indicadores etnobotánicos y fenotípicos se obtuvieron de los resultados presentados en los Capítulos 4 y 5, respectivamente. La caracterización molecular también estimó, en este estudio, el número total de alelos y el coeficiente de endogamia. El número total de alelos varió de 7.307 a 9.514, el más bajo observado en Rondônia (7.307), y los más altos en Minas Gerais (9.514), Rio Grande do Sul (9.448) y Tacuarembó/Rivera (9.399). El coeficiente de endogamia varió de -0,5231 a -0,0266. Los valores negativos para este parámetro, observados en todas las regiones, indican un exceso de heterocigotos.

Sobre la base de indicadores etnobotánicos, fenotípicos y moleculares, se calcularon diferentes índices de diversidad genética para medir y comparar la diversidad de maíz presente en las regiones, así como para obtener parámetros promedio para caracterizar/identificar los microcentros de diversidad de maíz en las regiones de las tierras bajas de América del Sur (Tabla 6.1). De esta forma, se generaron los índices «Etno», «Feno» y «Mol», en función de los respectivos indicadores.

Los valores más altos del índice Etno se diagnosticaron en las siguientes regiones: Minas Gerais (2,61), Rio Grande do Sul (2,52), Mato Grosso do Sul (2,19) y Rondônia (2,13); del índice Feno, en Rio Grande do Sul (1,39), Minas Gerais (1,35), Tacuarembó/Rivera (1,26) y Mato Grosso do Sul (1,18); y del índice Mol, en Canelones (0,276), Tacuarembó/Rivera (0,258), Minas Gerais (0,243) y Rio Grande do Sul (0,228). Considerando el índice Etno, la región con el valor más bajo tiene 53,64 % del valor máximo observado; para el índice Feno, el valor fue de 55,40 %, y para el índice Mol, 46 %.

En general, los índices «Etno», «Feno» y «Mol» se consideraron altos, ya que presentaron cerca del 50 % de los valores máximos observados. Todos los parámetros evaluados juntos retrataron una diversidad expresiva de variedades criollas de maíz, caracterizadas por la riqueza y presencia de variedades exclusivas en todas las regiones. Todos estos elementos estaban involucrados en un contexto sociocultural dinámico demostrado por la caracterización etnobotánica, que presentó especificidades regionales.

Región		Índice Etno	Índice Feno	Índice Mol
Brasil	Mato Grosso do Sul	2,19	1,18	0,178
	Minas Gerais	2,61	1,35	0,243
	Paraíba	1,79	0,77	0,216
	Rio Grande do Sul	2,52	1,39	0,228
	Rondônia	2,13	0,58	0,127
Uruguay	Canelones	1,40	1,00	0,276
	Rocha	2,08	1,16	0,213
	Tacuarembó	1,82	1,26	0,258

Tabla 6.1. Índices de diversidad genética del maíz Etno, Feno y Mol, generados a partir de índices calculados por medio de indicadores etnobotánicos, fenotípicos y moleculares, en diferentes regiones de las tierras bajas de América del Sur.

MICROCENTROS DE DIVERSIDAD INDICAN ÁREAS PRIORITARIAS PARA LA CONSERVACIÓN DEL MAÍZ EN LAS TIERRAS BAJAS DE AMÉRICA DEL SUR

Los indicadores etnobotánicos, fenotípicos y moleculares mostraron una amplia diversidad de maíz, lo que permitió la identificación de microcentros de diversidad de la especie en diferentes regiones de las tierras bajas de América del Sur. La presente investigación involucró diferentes contextos ecogeográficos y biomas (amazonia, cerrado, caatinga, bosque atlántico y pampa), así como contextos socioculturales, en los que se incluyeron diferentes perfiles de agricultores familiares: agricultores tradicionales, quilombolas, colonos de la reforma agraria, ribereños y pueblos indígenas. Todos estos elementos, componentes ambientales y humanos, actúan en el proceso de diversificación y dan forma a la diversidad de variedades criollas presentes en cada lugar. Cada región tiene peculiaridades intrínsecas, lo que hace que cada lugar sea único en términos de conservación.

Las regiones de Minas Gerais, Rio Grande do Sul y Rocha/Treinta y Tres tuvieron los valores más altos de riqueza de nombres locales. Todas las regiones involucradas en la investigación presentaron nombres locales exclusivos de la región, que oscilaron entre 4 (Canelones) y 33 (Minas Gerais) entre las regiones, totalizando 134 nombres locales exclusivos distribuidos en todas las áreas. Este resultado indica que cada ubicación tiene su propia diversidad, ya que el nombre de la variedad se considera un indicador de diversidad y un importante marcador de caracterización de la diversidad.

La exclusividad de los nombres locales indica la presencia de variedades únicas en cada ubicación. Esta información demuestra la importancia del papel de todas las regiones como reservorios genéticos, que no deben ser descuidados y merecen atención dentro de los programas de conservación de los recursos

genéticos. La identificación de microcentros de diversidad es relevante porque brinda apoyo y reconocimiento científico a estas áreas, con base en criterios analíticos, y puede subsidiar las políticas públicas que involucran estas áreas.

El microcentro de diversidad de maíz, ubicado en Santa Catarina, se identificó considerando los siguientes criterios: i) la región tiene una gran cantidad de diferentes variedades criollas e incluye poblaciones de parientes silvestres de maíz; ii) las variedades criollas de la región están sujetas a procesos de diversificación, que por su naturaleza están relacionados con la actividad humana y los aspectos socioculturales, y iii) la región corresponde a un área geográfica pequeña, donde existe una diversidad morfológica de maíz y poblaciones de parientes silvestres (Costa y otros, 2017). La ocurrencia de parientes silvestres en coexistencia cordial con las especies cultivadas es un aspecto relevante desde el punto de vista de la evolución y la conservación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que para que una región sea considerada un microcentro de diversidad no es obligatorio que las especies domesticadas convivan con sus parientes silvestres.

Para determinar los microcentros de diversidad de maíz, esta investigación tomó en cuenta los indicadores etnobotánicos, fenotípicos y moleculares para caracterizar las regiones, que identificaron: i) riqueza y diversidad genética de variedades criollas (la mayoría exclusivas de las respectivas regiones); ii) variedades criollas bajo diversificación debido a la acción humana actual diagnosticada por aspectos socioculturales (origen, tiempo de cultivo, usos y manejo), y iii) la diversidad genética diagnosticada mediante índices etnobotánicos, fenotípicos y moleculares, que indicaron áreas de conservación y acumulación de germoplasma de maíz a escala microrregional. Con base en estos criterios, todas las regiones involucradas en el presente estudio se consideraron microcentros de diversidad de maíz en las tierras bajas de América del Sur. Este enfoque metodológico, así como los valores de los índices de diversidad identificados, pueden ser útiles y servir como referencia para llevar a cabo otros estudios que tengan como objetivo identificar microcentros de diversidad de maíz en otras regiones.

Se identificó un microcentro de diversidad de papa en Cochabamba, Bolivia (Terrazas y Valdivia, 1998), caracterizado por la variabilidad morfológica y de uso, así como la distribución espacial en la región. Esta indicación apoyó otras investigaciones llevadas a cabo para fortalecer la conservación in situ/*on-farm* y expandir el conocimiento de la diversidad de papas en esta área (Terrazas y otros, 2005). Se propuso un mosaico de concentración de recursos genéticos en la Amazonía, que involucraba la presencia de cuatro «centros menores» de diversidad, dentro del que se suponen las siguientes especies: *Zea mays*, *Manihot esculenta*, *Gossypium barbadense*, *Bixa orellana*, *Ananas comosus*, *Papas Ipomoea*, *Genipa americana* y *Nicotiana tabacum* (Clement, 1999). Varios estudios han informado

sobre la diversidad de variedades criollas de maíz conservadas in situ/*on-farm* en diferentes regiones, como Perú (Zimmerer, 1991), México (Perales y otros, 2003; Bellon y otros, 2003; Pressoir y Berthaud, 2004; Dzib-Aguilar y otros, 2016), Portugal (Carvalho y otros, 2008) y Brasil (Costa y otros, 2017; Silva y otros, 2017).

Un estudio reciente realizado en la región mediterránea desarrolló un enfoque metodológico y propuso dos modelos para identificar *hotspots* de agrobiodiversidad, un modelo restrictivo y un modelo aditivo, que identificaron 57 y 197 *hotspots*, respectivamente (Pacicco y otros, 2018). Estos modelos tuvieron en cuenta los siguientes aspectos: i) diversidad de variedades criollas; ii) presencia de parientes silvestres, y iii) diversidad ecológica de agroecosistemas. Esta investigación también generó índices considerando los factores ya mencionados y determinó puntos de corte para identificar las regiones consideradas *hotspots.* Sin embargo, los autores enfatizan que estimar un cierto punto de corte y determinar medidas de diversidad no es un método simple. Este estudio buscó, principalmente, definir un método para priorizar áreas de interés para la conservación y no descubrir áreas más o menos diversas. Los autores todavía consideran que cualquier otro criterio relacionado con la evaluación de la agrobiodiversidad es válido y debe considerarse cuando sea pertinente.

Las regiones indicadas como microcentros de diversidad en este estudio conservan una importante diversidad de variedades criollas y razas de maíz. Estas regiones incluyen variedades y razas exclusivas de origen indígena consideradas raras tanto en áreas de cultivo *on-farm* como en bancos de germoplasma. Los alrededores de estas áreas se caracterizan por la expansión de grandes áreas de monocultivo. La diversidad genética del maíz es vulnerable a las pérdidas dentro del sistema agrícola, debido a la sustitución de variedades criollas por cultivares comerciales, como resultado de la industrialización de la agricultura (Brush, 2000). La investigación identificó los principales desafíos para la conservación de la agrobiodiversidad en las regiones que involucran a los microcentros indicados, que se asocian principalmente con la falta de proyectos e incentivos públicos para asociaciones locales, monocultivos e invasión de semillas transgénicas, el éxodo rural, la retirada de los jóvenes del campo, el acceso al agua potable y la inseguridad territorial (en el caso de las comunidades indígenas). Porque están ubicadas en áreas vulnerables a la erosión genética, el presente estudio también sugiere estas regiones como *hotspots* de agrobiodiversidad. Las regiones que involucran a Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Rio Grande do Sul (Myers y otros, 2000) y Rondônia (Myers, 1988) ya están incluidas en las áreas indicadas como *hotspots* de diversidad.

En Rondônia, estado ubicado en el suroeste de la Amazonía, la investigación se llevó a cabo dentro de una Reserva Agroextractiva (RESEX), caracterizada por la presencia de agricultores ribereños. Esta región se considera muy importante

en el proceso de evolución del maíz, ya que las evidencias indican que la especie llegó al sitio en un estado parcial de domesticación (Kistler y otros, 2018), y ha sido reconocida como un centro de diversificación del maíz (Hilbert y otros, 2017; Kistler y otros, 2018) y otras especies cultivadas como el arroz (Hilbert y otros, 2017), el maní, la mandioca, la pimienta (Hilbert y otros, 2017; Watling y otros, 2018), la calabaza y los porotos (Watling y otros, 2018). Sin embargo, debido a los eventos de conquista y colonización europeas y la destrucción de las poblaciones indígenas en el área (Mann, 2005), la región sufrió consecuencias de pérdida y extinción de recursos genéticos (Clement, 1999), que pueden incluir las razas locales de maíz (Brieger y otros, 1958; Bedoya y otros, 2017).

Mato Grosso do Sul se encuentra en el bioma cerrado. Los participantes de esta región involucraron a agricultores familiares, colonos de reforma agraria y pueblos indígenas. Las comunidades rurales de esta región tienen la presencia de tres bancos comunitarios de semillas, ubicados en los municipios de Juti, Caarapó y Sidrolândia. La región de Minas Gerais que participa en el estudio se encuentra en la Zona de la Mata, en el bioma mata atlántica. Un histórico de iniciativas locales contribuyó para el desarrollo de la agroecología y la conservación de variedades criollas en la región, que fue legalmente reconocida en 2018 como un Centro Agroecológico y de Producción Orgánica (Minas Gerais, 2018). En Rio Grande do Sul, la investigación involucró al municipio de Ibarama, caracterizado por el ecotono mata atlántica-pampa. El municipio está fuertemente marcado por la amplia presencia de agricultores familiares, involucrados en un movimiento histórico que tiene como objetivo promover la conservación de la agrobiodiversidad, con el apoyo de organizaciones locales. En el bioma caatinga, la investigación se llevó a cabo en la región de la Serra da Borborema, que involucra una red compuesta por 63 bancos comunitarios familiares, movilizados por la articulación de agricultores y organizaciones locales, con un fuerte atractivo de colaboración, como una estrategia para vivir con el semiárido. Los agricultores locales han discutido la indicación de comunidades libres de transgénicos en el territorio.

En Uruguay, la indicación de microcentros de diversidad de maíz no tiene precedentes. Todo el país está involucrado en el bioma pampa, dentro del cual el departamento de Rocha tiene la mayor cantidad de unidades de conservación. En Rocha, los registros arqueológicos de maíz, que datan de 4.190 años AP (Iriarte y otros, 2004), indican la presencia antigua de la especie en la región. En el departamento de Canelones, la Institución Nacional de Derechos Humanos y Defensoría del Pueblo declaró un área libre de soja transgénica. Este proceso puede abrir espacio para el desarrollo de esta discusión, que también involucra el cultivo de maíz. Rivera y Tacuarembó corresponden a regiones fronterizas y fueron los únicos lugares donde se identificaron los maíces harinosos de Uruguay.

En todas las regiones involucradas en la investigación, existen iniciativas históricas promovidas por los agricultores familiares, con el apoyo de organizaciones locales, cuyo objetivo común es promover la conservación de la agrobiodiversidad. La indicación de estas regiones como microcentros de diversidad fortalece las iniciativas locales que ya existen y los procesos vinculados a la conservación de los recursos genéticos en estas áreas. La conservación in situ/*on-farm* de las variedades de maíz criollo por parte de los agricultores trae beneficios a las comunidades rurales y al medio ambiente. Además, está involucrado en las relaciones sociales y culturales de cada lugar y fortalece la seguridad alimentaria y la soberanía en las regiones.

La presente investigación sugiere la realización de nuevos estudios en otras áreas potenciales para expandir la identificación de microcentros de diversidad, tanto de maíz como de otras especies cultivadas. Estas regiones pueden ser reconocidas como reservas o zonas de agrobiodiversidad (Santilli, 2011), que corresponden a una categoría de unidad de conservación con el objetivo de su promoción y el manejo sostenible de la agrobiodiversidad, como es el caso actualmente de las Unidades de Conservación. La indicación de microcentros de diversidad de maíz puede apoyar el desarrollo de estrategias de conservación y políticas públicas que tengan como objetivo conservar los recursos genéticos de la especie en las tierras bajas de América del Sur.

REFERENCIAS

Bedoya, C.A.; Dreisigacker, S.; Hearne, S.; Franco, J.; Mir, C.; Prasanna, B. M; Taba, S.; Charcosset, A.; Warburton, M. L. (2017) Genetic diversity and population structure of native maize populations in Latin America and the Caribbean. PLoS One 12(4): e0173488.

Bellon, M. R.; Berthaud, J.; Smale, M.; Aguirre, J. A.; Taba, S.; Aragon, F.; Diaz, J.; Castro, H. (2003) Participatory landrace selection for on-farm conservation: an example from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. Genetic Resources and Crop Evolution 50:401-416.

Bird, R. M.; Goodman, M. M. (1977) The races of maize V: grouping maize races on the basis of ear morphology. Economic Botany 31: 471-481.

Brieger, F.G.; Gurgel, J.T.A.; Paterniani, E.; Blumenchein, A.; Alleoni, M.R. (1958) Races of maize in Brazil and other eastern South American Countries. National Academic of Sciences, Washington DC.

Brush, S. B. (2000) Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity. Lewis Publishers, Boca Raton.

Carvalho, M.A.P.; Ganança, J.F.T.; Abreu, I.; Sousa, N.F.; dos Santos, T.M.M.; Vieira, M.R.C.; Motto, M. (2008) Evaluation of the maize (Zea mays L.) diversity on the Archipelago of Madeira. Genetic Resources and Crop Evolution 55:221-233.

Convention on Biological Diversity CBD. (1992) Text and Annexes, Montreal; 1992. http://www.cbd.int/convention/. Acceso em 20/08/2019.

Clement, C.R. (1999) 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. Economic Botany 53:188-202.

Costa, F.M.; Silva, N.C.A.; Ogliari, J.B. (2017) Maize diversity in southern Brazil: indication of a microcenter of Zea mays L. Genetic Resources and Crop Evolution 64(4):681-700.

De María, F.; Fernández, G.; Zoppolo, G. (1979) Caracterización agronómica y clasificación racial de las muestras de maíz colectadas en Uruguay bajo el Proyecto IBPGR y Facultad de Agronomía. Tesis (Ingeniería Agronómica). Universidad de la República, Montevideo.

Doyle, J.J.; Doyle, J.L. (1990) Isolation of Plant DNA from fresh tissue. Focus 12(1):13-15.

Dzib-Aguilar, L. A.; Ortega-Paczka, R.; Segura-Correa, J. C. (2016) In situ conservation and participative improvement of creole maize in the Peninsula de Yucatan. Tropical and Subtropical Agroecosystems 19: 51-59.

Goudet, J. (2005) Hierfstat, a package for R to compute and test hierarchical F-statistics. Molecular Ecology Notes 5(1):184-186.

Gower, J. C. A. (1971) General coefficient of similarity and some of its properties. Biometrics 27:857-871.

Hammer, Ø.; Harper, D.; Ryan, P. D. (2001) PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. Palaeontologia Electronica 4:1-9.

Harlan, J.R. (1971) Agricultural origins: centers and noncenters. Science 174: 468-173.

Harlan, J.R. (1992) Crops and man. American Society of Agronomy/Crop Science Society of America, 2ed., Madison, Wisconsin.

Hawkes, J. G. (1983) The diversity of crop plants. Harvard University Press, Cambridge.

Hilbert, L.; Neves, E.G.; Pugliese, F.; Whitney, B.S.; Shock, M.; Veasey, E.; Zimpel, C.A.; Iriarte, J. (2017) Evidence for mid-Holocene rice domestication in the Americas. Nature Ecology & Evolution 1:1693-1698.

Kamvar, Z. N.; Tabima, J. F.; Grünwald, N. J. (2014) Poppr: an R package for genetic analysis of populations with clonal, partially clonal, and/or sexual reproduction. PeerJ 2:e281.

Kistler, L.M.; Maezumi, S.Y.; de Souza, J.G.; Przelomska, N.A.S.; Costa, F.M.; Smith, O.; Loiselle, H.; Ramos-Madrigal, J.; Wales, N.; Ribeiro, E.; Grimaldo, C.; Prous, A.P.; Gilbert, M.; Thomas P.; de Oliveira, F.F.; Allaby, R.G. (2018) Multi-proxy evidence highlights a complex evolutionary legacy of maize in South America. Science 362:1309-1313.

Iriarte, J.; Holst, I.; Marozzi, O.; Listopad, C.; Alonso, E.; Rinderknecht, A.; Montaña, J. (2004) Evidence for cultivar adoption and emerging complexity during the mid-Holocene in the La Plata Basin, Uruguay. Nature 432:614-617.

Lima (2016). Reunião do Ministerio del Ambiente do Peru. Seminário y Taller Internacional Clasificación Racial de la Diversidad del Maíz Peruano con fines de Bioseguridad. Ata firmada 10 de agosto, Lima.

Maechler, M.; Rousseeuw, P.; Struyf, A.; Hubert, M.; Hornik, K. (2015) Cluster: Cluster Analysis Basics and Extensions. R package version 2.0.1. Acceso em 20/01/2020.

Mann, C. C. (2005) 1491: New revelations of the Americas before Columbus. Vintage, New York.

Minas Gerais (2018). Lei nº 23.207, de 27 de dezembro de 2018, institui o Polo Agroecológico e de Produção Orgânica na região da Zona da Mata. http://leisestaduais.com.br/mg/lei-ordinaria-n-23207-2018-minas-gerais-institui-o-poloagroecologico-e-de-producao-organica-na-regiao-da-zona-da-mata. Acceso em 02/03/2020.

Mojena, R. (1977) Hierarchical grouping method and stopping rules: an evaluation. Computer Journal 20:359-363.

Myers, N. (1988) Threatened biotas: “Hot spots” in tropical forests. Environmentalist 8:187-208.

Myers, N.; Mittermeier, R. A.; Mittermeier, C. G.; Da Fonseca, G. A. B.; Kent, J. (2000) Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature 403:853-858.

Nei, M. (1978) Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals. Genetics 89:583-590.

Oksanen, J.; Blanchet, F. G.; Friendly, M.; Kindt, R.; Legendre, P.; McGlinn, D.; y otros (2016) Vegan: community ecology package. R package version 2.3-5. R Foundation, Vienna, Austria.

Pacicco, L.; Bodesmo, M.; Torricelli, R.; Negri, V. (2018) A methodological approach to identify agro-biodiversity hotspots for priority in situ conservation of plant genetic resources. PLoS One 13(6): e0197709.

Perales, R. H.; Brush, S. B.; Qualset, C. O. (2003) Dynamic management of maize landraces in central Mexico. Economic Botany 57:21–34.

Pressoir, G.; Berthaud, J. (2004) Patterns of population structure in maize landraces from the Central Valleys of Oaxaca in Mexico. Heredity 92:88–94.

R Development Core Team. (2015). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. http://www.R-project.org/. Acceso em 12/08/2019.

Raymond, C. M.; Bryan, B. A.; MacDonald, D. H.; Cast, A.; Strathearn, S.; Grandgirard, A.; Kalivas, T. (2009) Mapping community values for natural capital and ecosystem services. Ecological Economics 68(5):301-1315.

Santilli, J. (2011) Agrobiodiversity and the law: regulating genetic resources, food security and cultural diversity. Earthscan, London.

Serratos, J.A. (2009) The origin and diversity of maize in the American continent. Universidad Autonoma de la Ciudad de Mexico, Mexico City.

Shannon, C.E. (1948) A mathematical theory of communication. AT&T Technical Journal 27:379-423.

Silva, N.C.A.; Vidal, R.; Ogliari, J.B. (2017) New popcorn races in a diversity microcenter of Zea mays L. in the Far West of Santa Catarina, Southern Brazil. Genetic Resources and Crop Evolution 64:1191-1204.

Terrazas, F.; Valdivia, G. (1998) Space dynamics of in situ preservation: handling of the genetic diversity of Andean tubers in mosaic systems. Plant Genetic Resources Newsletter 114:9-15.

Terrazas, F.; Guidi, A.; Cadima, X.; Gonzalez, R.; Chavez E.; Almanza, J.; Salazar, M.; Baudoin, J. P. (2005) Conservación in situ y valoración de las papas nativas en el microcentro de diversidad genetica de Candelaria, Cochabamba-Bolivia. Agrociencia 9:135-146.

Wallace, K. (2007) Classification of ecosystem services: Problems and solutions. Biological Conservation 139:235-246.

Watling, J.; Shock, M.P.; Mongelo, G.Z.; Almeida, F.O.; Kater, T.; De Oliveira, P.E.; y otros (2018) Direct archaeological evidence for Southwestern Amazonia as an early plant domestication and food production centre. PLoS One 13(7):e0199868.

Zimmerer, K. S. (1991) Managing diversity in potato and maize fields of the Peruvian Andes. Journal of Ethnobiology, 11:23–49.

Zimmerer, K. S.; Douches, D. S. (1991) Geographical approaches to crop conservation: the partitioning of genetic diversity in Andean potatoes. Economic Botany 45:176-189.

PARTE III - Experiencias de conservación, manejo y uso de la agrobiodiversidad

CAPÍTULO 7

RED NACIONAL DE SEMILLAS NATIVAS Y CRIOLLAS DEL URUGUAY

Aceptado: 03/11/2020

Mariano Beltrán
Ingeniero agrónomo
Extensionista rural y asesor técnico de la Red de Semillas Nativas y Criollas e de la Asociación de Productores Orgánicos de Uruguay (APODU) - Redes AT - Facultad de Agronomía
Montevideo, Uruguay

INTRODUCCIÓN

La Red de Semillas está conformada por más de 30 grupos locales distribuidos en los departamentos de Montevideo, Maldonado, Colonia, Paysandú, Cerro Largo, Durazno, Canelones, Rocha, Tacuarembó, Treinta y Tres, Lavalleja, San José, Salto y Artigas. Asimismo, desde su creación, la red está integrada por Redes Amigos de la Tierra, Uruguay, y por la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República.

El objetivo principal es el rescate y la revalorización de variedades criollas o tradicionales, para aumentar la disponibilidad de semillas para la producción familiar —ya sea para el autoconsumo o el abastecimiento de mercados locales— en el marco del fortalecimiento de la soberanía alimentaria. En la práctica, esto se realiza construyendo un reservorio vivo común de semillas, donde cada familia, grupo o persona integrante de la red pone a disposición del colectivo sus variedades criollas y los conocimientos asociados, por medio del relato de su experiencia, la transmisión de conocimientos y el intercambio de semillas con otros integrantes.

Existe una gran diversidad de sistemas de producción participando en la red, desde predios rurales con una importante proporción de la producción destinada al mercado local o interno, hasta huertas urbanas o suburbanas cuya producción se destina totalmente al autoconsumo. A su vez, existen lazos y formas asociativas que incorporan a parte de los integrantes de la red, como cooperativas o grupos que comparten maquinaria, etcétera.

Más allá de la diversidad de situaciones el denominador común es que se trata de emprendimientos familiares, es decir, predios en los que se apela exclusivamente o casi exclusivamente al trabajo familiar como principal fuerza productiva. Y, además, se comparte una fuerte valoración de las semillas, en particular las de variedades criollas, que son aquellas que tienen un antiguo arraigo en el medio, tanto por su relevancia incuestionable para la producción de alimentos y la soberanía alimentaria, como por su valor afectivo y cultural.

ORGANIZACIÓN DE LA RED

Los grupos se reúnen periódicamente para planificar la producción e intercambiar

semillas, así como para discutir y planificar acciones relativas a necesidades o intereses particulares. Cada dos años se realiza un Encuentro Nacional y Fiesta de la Semilla Criolla (Figura 7.1), donde se evalúa lo realizado y se fijan las líneas de trabajo estratégicas hasta el próximo año; es en esta instancia de asamblea donde se fijan los lineamientos políticos de la red. Cada grupo local nombra dos referentes (mujer y hombre) para que participen en las Reuniones de Referentes, que se realizan durante el año, donde se les da continuidad y seguimiento a las definiciones del Encuentro Nacional.

Figura 7.1. Afiche y actividades de la 7.ª Fiesta de la Semilla Criolla y la Agricultura Familiar, realizada en abril de 2017, en La Paloma, Rocha, Uruguay.

Existe también una coordinación nacional integrada por productores y productoras que sesiona con mayor frecuencia y donde se toman las decisiones operativas que dan funcionamiento diario a la red. Este ámbito cuenta también con la participación de dos delegados de Redes AT y de Facultad de Agronomía, además del equipo técnico.

En el caso de la Red Nacional de Semillas Nativas y Criollas, la existencia de numerosos grupos locales ha posibilitado recuperar, reproducir e intercambiar semillas en condiciones diversas, enriqueciendo los sistemas productivos (Figura 7.2). La autonomía no se construye a nivel individual, sino a nivel grupal-comunitario y en el intercambio con otros grupos y comunidades (REDES AT, 2014).

Figura 7.2. Intercambio de semillas realizado durante la 7.ª Fiesta de la Semilla Criolla y la Agricultura Familiar, realizada en abril de 2017, en La Paloma, Rocha, Uruguay.

La práctica del intercambio alimenta las relaciones entre vecinos y vecinas y el tejido social, tanto comunitario, como regional y nacional. Por eso para la red es tan importante la organización de diversas formas de encuentro a lo largo del año: encuentros de los grupos, encuentros de referentes grupales a nivel nacional, encuentros regionales; y cada dos años un encuentro nacional de todos los integrantes. Estos encuentros siempre van acompañados de una fiesta o celebración donde se intercambian semillas y saberes.

La Red de Semillas Nativas y Criollas junto con la Red de Agroecología y la Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología están impulsando la aprobación de una política pública de fomento de la agroecología —Plan Nacional de Agroecología—, que incluye entre otros ejes el apoyo a los predios agroecológicos, la transición, las compras gubernamentales que prioricen la producción agroecológica familiar, el derecho a la tierra, el agua y las semillas, los derechos de los jóvenes y las mujeres.

TRABAJO CON JÓVENES

Desde hace varios años la red ha puesto énfasis en el trabajo con jóvenes rurales y suburbanos de todo el país, y ha apoyado la formación de grupos y la lucha de estos por el derecho a la tierra y el territorio. Mediante la formación política, el apoyo a la organización y la incidencia política con el Instituto Nacional de Colonización, se ha logrado que dos grupos de jóvenes accedan a tierras estatales para la producción agroecológica, y un tercer grupo está en proceso de hacerlo.

Una instancia importante de formación e incidencia política, intercambio de experiencias y discusión estratégica es el campamento de jóvenes por la soberanía alimentaria que la Red de Semillas Nativas y Criollas organiza cada año en cooperación con la gremial de la producción agropecuaria familiar. En el mes de setiembre de 2017 se realizó el II Campamento Nacional de Jóvenes para la Soberanía Alimentaria «Tierra, agua y semillas para nuestras manos» en el departamento de Paysandú, en una zona próxima a donde se está realizando la exploración de combustibles fósiles (Figura 7.3). El programa incluyó como uno de los ejes centrales la problemática de la minería y el *fracking*, para aportar a la concientización y el debate entre la juventud sobre los impactos de estas actividades en el ambiente y los territorios. Se trabajó también sobre la realización de derechos fundamentales —como el derecho al agua, la soberanía alimentaria, la tierra y el territorio— para contribuir a la formación política de quienes sucederán a las actuales dirigencias de las organizaciones territoriales más importantes de Uruguay.

Figura 7.3. Afiche del II Campamento Nacional Juvenil por la Soberanía Alimentaria y foto del fin del campamento.

El grado de conciencia de los jóvenes participantes demuestra la importancia de integrarlos como sujetos activos dentro de la Organización y la sociedad en general. Su capacidad crítica y reflexiva quedó registrada en la Declaración del II Campamento. Durante tres días más de 60 jóvenes de diferentes puntos del país, integrantes de la Red de Semillas Nativas y Criollas, el Sistema de Fomento Rural, colonos y aspirantes a colonos, colectivos juveniles urbanos, periurbanos y rurales nos hemos organizados para convivir, trabajar, aprender, intercambiar y discutir sobre dimensiones relevantes para la soberanía alimentaria en Uruguay. Nos hemos encontrado en Paysandú como forma de apoyar el colectivo agroecológico de jóvenes «El Ombú» y su reivindicación del derecho a tierra, agua y semillas

para el desarrollo integral, a la Escuela Agraria Melchora Cuenca, y así a todas las iniciativas y proyectos educativos, formales e informales, que posicionan a la agroecología como alternativa al modelo dominante de producción y consumo. Reunidos en asamblea de cierre del evento decimos:

NO

No al miedo a los jóvenes ni a cualquier estigmatización negativa que desde los medios de comunicación o las instituciones se promueva.

No a la sociedad de consumo y las formas depredadoras que desde esta se generan para con la naturaleza.

No al fraking ni a los modelos de desarrollo basados en energías no renovables, pero tampoco a las energías renovables que no se desarrollan bajo un modelo de soberanía, sino para alimentar el actual modelo de dependencia y crecimiento del consumo y destrucción de la naturaleza.

No al patriarcado machista, que sostiene la inequidad de género y engendra la violencia contra las mujeres y todo aquel que no se doblegue a su jerarquía.

SÍ

Sí a modelos educativos que promuevan la cultura del trabajo cooperativo, la solidaridad y la Agroecología.

Sí a la defensa integral del territorio: promoviendo el respeto a la naturaleza, el agua y la biodiversidad.

Sí al acceso a tierra para los jóvenes como forma de acceder a la autonomía y la soberanía integral.

Sí a la promoción, adaptación y generación de soberanía alimentaria, energética y cultural con inclusión de los jóvenes, fortaleciendo las relaciones entre lo rural y lo urbano.

Sí al comercio justo y el consumo responsable.

Sí a las diversidades humanas.

Sí al Plan Nacional de Agroecología como espacio político para el desarrollo de estas premisas.

Por último, reivindicamos el feminismo para una agroecología sin desigualdad de género. Este año el tercer Campamento Nacional de Jóvenes por la Soberanía Alimentaria se realizará en el predio del grupo de jóvenes «Los Parientes». Se trata de un grupo de jóvenes, algunos provenientes de asentamientos irregulares de la ciudad de Treinta y Tres, que se incorporó al grupo local de la Red de Semillas Nativas y Criollas hace ocho años. Los motivaba el interés por la producción de alimentos agroecológicos (huertas ecológicas). Hace dos años, el Instituto Nacional de Colonización, organismo encargado de distribuir tierras estatales para el fomento de la producción agropecuaria, respondió positivamente a la solicitud de los jóvenes y manifestó que existía la posibilidad de otorgar una fracción de tierra cerca de la ciudad de Treinta y Tres para promover la producción granjera. El grupo de jóvenes inició un proceso de trabajo para el acceso a tierras, generando de esta forma una experiencia de inserción productiva ecológica. A fines de 2017, se les otorgó una fracción de 10 hectáreas a 5 km de la ciudad de Treinta y Tres.

CAPÍTULO 8

AL RESCATE DEL MAÍZ PISINGALLO

Aceptado: 03/11/2020

Ana Nicola
Ingeniera agrónoma
Docente del Programa Huertas en Centros Educativos
Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Sebastián Silveira
Estudiante de Agronomía
Docente del Programa Huertas en Centros Educativos
Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Santiago Caggianni
Ingeniero agrónomo
Co-coordinador del Programa Huertas en Centros Educativos
Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Valentina Alberti
Ingeniera agrónoma
Docente del Programa Huertas en Centros Educativos
Profesora adjunta del Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Laura Sánchez
Estudiante de Agronomía
Docente del Programa Huertas en Centros Educativos
Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Natalia Cabrera
Estudiante de Agronomía
Docente del Programa Huertas en Centros Educativos
Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Ana Díaz
Técnica en Jardinería y Horticultura
Docente del Programa Huertas en Centros Educativos
Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Raquel Stracconi
Técnica en Jardinería y Horticultura
Docente del Programa Huertas en Centros Educativos
Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Stella Faroppa
Ingeniera agrónoma
Máster en Ciencias Agrarias
Co-coordinadora del Programa Huertas en

Centros Educativos
Profesora adjunta del Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Jardín Botánico de Montevideo
Montevideo, Uruguay

Beatriz Bellenda
Ingeniera agrónoma
Máster en Ciencias Agrarias
Co-coordinadora del Programa Huertas en Centros Educativos
Profesora adjunta del Departamento de Sistemas Ambientales
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

INTRODUCCIÓN

El Programa Huertas en Centros Educativos (PHCE) es una experiencia educativa desarrollada por la Facultad de Agronomía (Udelar, Uruguay) en acuerdo con la Administración Nacional de Educación Pública del Uruguay (ANEP), desde el año 2005, en centros educativos de contextos socioeconómicos vulnerables. El objetivo general del Programa es promover un cambio cultural hacia una nueva forma de dignificar a la persona, en relación con la naturaleza. Busca facilitar aprendizajes curriculares, desarrollar hábitos de trabajo y alimentación saludables, prácticas agroecológicas, y que estas lleguen a los hogares a través de la implementación y la docencia de huertas agroecológicas en 15 escuelas de Montevideo.

Año tras año, en los centros educativos se cultivan diversas especies con fines productivos y educativo-pedagógicos, se seleccionan las mejores plantas para posteriormente obtener semillas propias y lograr así autoabastecerse para el año siguiente. De esta forma, y como antecedente, se han realizado experiencias de multiplicación y conservación con habas (*Vicia faba*), boniatos (*Ipomoea batatas*), chícharos (*Lathyrus sativus*) y porotos (*Phaseolus vulgaris*). Sin embargo, no se cuenta con registros que permitan una sistematización y evaluación posterior.

Este proyecto con maíz pisingallo de origen nacional describe una experiencia de rescate de variedades criollas para su multiplicación, conservación y uso posterior por parte de la comunidad. Resulta novedoso en cuanto a la planificación previa y definición de objetivos sencillos y posibles de realizar a nivel de los centros educativos, involucrando fácilmente a niños y maestros en todas las etapas. Permite la valoración de recursos genéticos locales desconocidos por ellos, facilitando a través del aprender-haciendo la integración de contenidos curriculares trabajados en el aula. Sin embargo, aborda la temática de la multiplicación, la conservación y la

evaluación con un sólido perfil académico y técnico, que permitirá profundizar este proyecto y realizar evaluaciones similares con otras semillas criollas con las que habitualmente trabaja el PHCE.

SITUACIÓN DEL GERMOPLASMA DE MAÍZ PISINGALLO EN URUGUAY

Si bien existen registros de la presencia de variedades criollas de maíz pisingallo en nuestro país (De María y otros 1979), actualmente son escasos los productores que lo cultivan. Según Pereira (2017), de 15 variedades criollas relevadas en el departamento de Rocha, dos corresponden a maíces pisingallos. Tampoco existen registrados cultivares de origen nacional (INASE 2018). El maíz pisingallo disponible para consumo se presenta como granos o maíz preparado en bolsa para cocinar en el microondas; esta última alternativa contiene elevadas cantidades de grasa saturada, grasas trans, aditivos, colorantes y azúcar o sodio (Vega Franco e Iñarritu, 2002).

Actualmente, tanto el grano de maíz pisingallo disponible en el mercado como las semillas son híbridos de origen importado (INASE 2018). Frente a la carencia de semillas de este tipo de maíz, el proyecto comenzó por la multiplicación de semillas en condiciones agroecológicas y la evaluación de las posibilidades de producción.

¿POR QUÉ CULTIVARLO A NIVEL DE LOS CENTROS EDUCATIVOS?

En la actualidad, una de las preocupaciones de las autoridades de la educación y la salud pública es la calidad de los alimentos que los niños traen desde su hogar para consumir como merienda. Según un estudio de la Comisión Honoraria para la Salud Cardiovascular (CHSC), el 40 % de los niños entre 10 y 13 años de las escuelas públicas de Montevideo tienen obesidad o sobrepeso. Los médicos participantes del estudio aseguran que el 15 % de los escolares muestran cifras alteradas de hipertensión arterial (CHSC, 2017). Lograr definir una merienda saludable es un claro desafío para todo el sistema educativo.

El maíz pisingallo se caracteriza por tener granos con un pericarpio grueso e impermeable que al calentarse revientan por la presión del vapor, formando las palomitas de maíz. El «pop» o «pororó», como se conoce en Uruguay, es una alternativa viable para obtener esa merienda saludable, más aún cuando puede cultivarse en las huertas escolares. La potencialidad de la huerta para generar buenos hábitos alimenticios es reconocida ampliamente (FAO, 2013; *National Foundation for Educational Research*, 2010)

Una taza de pop de 8-10 g tiene entre 30 y 40 calorías, cuando es preparado en olla o sartén sin aceite. Es un alimento rico en fibra y minerales, como el fósforo, el potasio y el magnesio. También contiene vitaminas del complejo B, no aporta

colesterol ni grasas saturadas (Olivos, L, 2017). Está recomendado en el grupo «semillas» en el plato o ícono de la Guía Alimentaria para la Población Uruguaya para una alimentación saludable, compartida y placentera (MSP, 2016).

La alimentación es un elemento clave del patrimonio cultural de cada grupo social. Qué se come, cómo, dónde, con quién y lo que sentimos cuando comemos son componentes esenciales de nuestra identidad cultural (MSP, 2016).

Los objetivos generales son contribuir a la valoración de los recursos genéticos nacionales y aportar a la soberanía alimentaria, contribuyendo a la recuperación y multiplicación de semilla criolla de maíz pisingallo y la promoción del consumo de una merienda saludable en los centros educativos, con un producto natural y de alto valor nutritivo.

Los objetivos específicos del presente trabajo son:

I. Evaluar la posibilidad de cultivar variedades criollas bajo criterios agroecológicos en centros educativos.

II. Multiplicar semilla de variedades criollas para sembrar en los centros educativos.

III. Involucrar a los niños en el conocimiento, la valoración, la producción y la selección de las semillas criollas; trabajando en el concepto de «Escuelas Guardianas de Semillas Criollas».

DESCRIPCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS

Sembrando mi merienda. Primera etapa

Este trabajo comenzó en octubre de 2016 en la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (Montevideo, Uruguay), a través del Programa Huertas en Centros Educativos (PHCE) del Departamento de Sistemas Ambientales y el Grupo de Botánica y Recursos Fitogenéticos del Departamento de Biología Vegetal.

El material que se utilizó correspondió a cinco variedades criollas de maíz pisingallo, de grano color blanco con punta, conservadas en el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, Uruguay), originarias de tres regiones diferentes de Uruguay (sur, oeste y norte), y dos variedades criollas con grano liso amarillo y grano liso rojo provenientes de la Red de Semillas Nativas y Criollas del Uruguay.

Los ensayos, de propuesta agroecológica, fueron instalados en dos locales: el predio de la Facultad de Agronomía (Sayago, Montevideo), donde se implantaron las accesiones provenientes del Banco de INIA, y la huerta de la Escuela N.º 122 «Islas Canarias» (Sayago, Montevideo), donde se ubicaron las poblaciones provenientes de la Red de Semillas Criollas y Nativas.

Durante el mes de octubre se realizó la preparación del suelo, quedando definida una fila de 10 metros para cada accesión/población, a lo que se le agregó compost. Se realizaron almácigos en almacigueras de 104 celdas, de todos los materiales utilizados, con la finalidad de asegurar la implantación de ambos ensayos. El 18 de noviembre se procedió con el trasplante de 60 plantas de cada accesión y de las poblaciones; se utilizó riego durante el primer mes para asegurar la instalación de los plantines.

Durante la etapa vegetativa del cultivo se observó y registró el estado fenológico, haciendo monitoreos semanales enfocados en el registro de los estadios de planta en los 10 individuos centrales de cada accesión/población, la presencia/ausencia de enemigos naturales, plagas y enfermedades. Detectada la presencia de la plaga *Spodóptera furgiperda*, se aplicó *Beauveria bassiana* para el control biológico de esta, medida que resultó efectiva para controlar la plaga.

Durante la etapa reproductiva, para asegurar la identidad de las accesiones y registrar características cualitativas y cuantitativas comparables en el futuro, se utilizó la metodología de polinización encadenada, entre los meses de enero y febrero, hasta completar al menos 30 plantas por accesión. En el caso de las poblaciones instaladas en la escuela, se permitió la polinización libre.

Al momento de cosecha y con el fin de caracterizar los materiales, en las 10 plantas centrales de la espiga superior se tomaron registros de: largo de espiga (cm) y forma de espiga (cilíndrica, cónica, cilíndrico-cónica), número de hileras por espiga, disposición de las hileras en la espiga (recta, helicoidal, semihelicoidal), número de granos por hilera y diámetro de espiga (cm) (Figuras 8.1A y B). Finalmente se desgranaron y se evaluó la productividad y la capacidad de expansión.
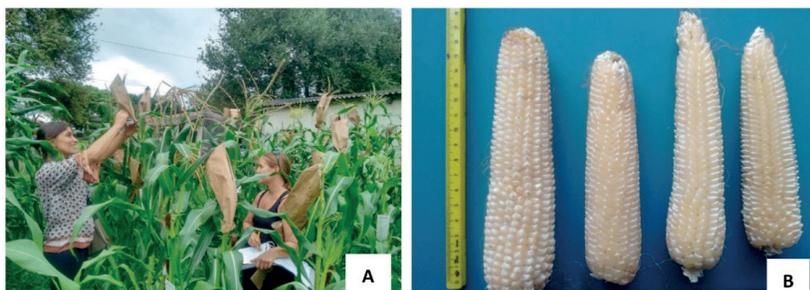
Figura 8.1. **A**: Caracterización y polinización de variedades criollas de maíz pisingallo.
B: Diversidad de variedades criollas de maíz pisingallo.

GUARDIANES DEL MAÍZ PISINGALLO. SEGUNDA ETAPA

Esta etapa comenzó en 2017 en las huertas agroecológicas de las escuelas públicas N.º 122 «Islas Canarias» (Sayago), N.º 140 «Esperanza V. Fülher» (Barras de Manga), N.º 141 «Reino de Malasia» (Piedras Blancas), N.º 154 (Peñarol Viejo), N.º 230 «Benito Berro de Varela» (Puntas de Manga) y N.º 309 (Santa Catalina) de Montevideo (Uruguay). Particularmente, en las escuelas 122 y 140 la actividad se centró en multiplicar semilla e iniciar un proceso de selección, y así lograr un material mejorado para plantar al año siguiente. Participaron niñas y niños de todos los grados, con edades comprendidas entre los 6 y 12 años, durante todas las etapas, tanto de campo como de aula, y coordinados por los docentes de huerta de ambas escuelas.

Se comenzó la preparación del suelo con agregado de compost. Se definieron surcos separados a 50 cm de distancia y se sembraron almácigos en almaciguera de 106 celdas a partir de las accesiones multiplicadas en la Facultad de Agronomía, eligiendo las accesiones con mejor adaptación por ciclo y producción. El 31 de octubre se procedió al trasplante, marcando una distancia entre plantas de 20 cm, y se regó diariamente hasta el mes de diciembre. En los meses de verano (enero-febrero) se realizaron riegos semanales.

Durante la etapa vegetativa del cultivo se observó la presencia de enemigos naturales, plagas y enfermedades, para evaluar la realización de un manejo con control biológico. En ambas locaciones se permitió la polinización libre entre las plantas. En marzo de 2018 se realizó la cosecha de las espigas y su posterior almacenamiento, finalizando la etapa de campo (Figura 8.2A).

Durante los meses de abril y mayo se realizó la actividad de aula, que involucró a niñas y niños en un proceso de problematización y profundización de la valoración de la cosecha obtenida. La coordinación-planificación con las maestras de clase habilitó la realización de diferentes actividades de investigación y búsqueda de información, relacionadas con la historia del maíz, sus orígenes y usos asociados a diferentes culturas.

Luego de deschalar y observar las espigas, comenzó espontáneamente la clasificación por color, tamaño, forma de grano y distribución de los granos en la espiga. Esta actividad completamente libre surgió a iniciativa de niñas y niños, a manera de «desborde creativo» emergente que sucede cuando participantes de un proceso se empoderan del mismo y proponen e implementan acciones no proyectadas (Rodríguez-Villasante, 2006).

Posteriormente se realizó la actividad de selección de 30 espigas, para lo que se establecieron criterios orientados con la finalidad de guardar semillas para el año siguiente, para sembrar en sus escuelas y proveer a otros centros educativos. Los

criterios color, largo de espiga y espiga completa fueron ampliamente avalados por los niños. Las espigas no seleccionadas serán utilizadas para elaborar pororó para consumir como merienda a lo largo del año (Figura 8.2B).

Se desgranaron separadamente las espigas seleccionadas de las que no lo fueron, se registró el peso total de la cosecha en ambas escuelas y toda la semilla se secó en estufa a 30-35 °C, para disminuir su humedad al 13 % y lograr una óptima conservación para usos posteriores (semilla o pop).

Figura 8.2. **A:** Cosecha de espigas. **B:** Selección de las espigas.

RESULTADOS Y PERSPECTIVAS FUTURAS

De acuerdo con los objetivos propuestos, en la primera etapa se lograron multiplicar todas las variedades criollas. En total se cosecharon 16.039 g de semillas de maíz pisingallo, con una media de 2.673 g, un máximo de 3.868 g y un mínimo de 1.214 g por accesión. Considerando que se sembró una media de 20 g de semillas, la tasa de multiplicación de semillas fue de 133. Esto permite afirmar que en las condiciones de las escuelas es posible producir maíz pisingallo. Estimando que en cada escuela se siembren 50 g de semillas, existe un volumen adecuado que asegura la continuidad del proyecto y la posibilidad de que cada escuela pueda continuar en forma independiente. La caracterización fenotípica permitió identificar diferencias en ciclos de más de 30 días, largos de espigas de entre 21 y 14 cm, números de hileras de 8 a 20, hileras de entre 8 y 44 granos, hileras rectas, helicoidales y semihelicoidales, espigas cónicas, cilíndricas y cilíndrico-cónicas, y capacidad de expansión de entre 14 y 35 mi/gr.

En la segunda etapa se logró multiplicar semilla de maíz pisingallo de las variedades seleccionadas en la etapa anterior en ambas escuelas. Los resultados obtenidos en la segunda multiplicación fueron superiores a las tasas obtenidas en la primera, como se muestra en la Tabla 8.1.

	Promedio FAGRO 2016	Escuela 122 2017	Escuela 140 2017
N.º de plantas instaladas	300	180	255
Cosecha (g)	16.039	5.000	6.500
Tasa de multiplicación	133	202	185

Tabla 8.1. Número de plantas efectivas instaladas, peso de la cosecha y tasa de multiplicación obtenida.

De acuerdo con los objetivos propuestos, con una tasa de multiplicación (relación unidades sembradas/cosechadas) de 193, se confirma que es posible producir maíz pisingallo en los centros educativos para ser utilizado como una opción de merienda saludable y/o como semilla. Se evalúa como altamente positivo el trabajo y la dedicación de estudiantes y maestras en todas las etapas, que valoraron la conservación y la regeneración de este germoplasma, e iniciaron a partir de esta experiencia el compromiso de ser «Guardianes del maíz pisingallo». Los logros en aprendizajes son múltiples, ya sea conceptuales (historia, usos), procedimentales (medidas, rigor, clasificación) y actitudinales (responsabilidad, trabajo en equipo, compromiso).

Lo cosechado por las escuelas permitirá abastecer de semillas a 20 centros educativos, y se espera que la experiencia de los niños y maestras en la selección de espigas logre un compromiso que los transforme en referentes para generar nuevos centros guardianes de semillas.

Se concluye que esta experiencia de valorización y uso de variedades criollas de maíz pisingallo puede realizarse en otras instituciones o con otras semillas, que tengan valor de acuerdo con cada realidad y cultura. Permite comenzar en pequeñas escalas, como las huertas existentes en centros educativos, y obtener suficiente semilla para ampliar su uso y conservación en las comunidades que rodean a dichos centros. Valoriza la participación de los niños en la selección y la conservación de recursos genéticos locales, quizás desconocidos por ellos, generando hábitos de participación, decisión y elección que los ubican en un rol protagónico, facilitando a través del aprender-haciendo la integración con contenidos curriculares en el aula a lo largo de toda la actividad.

Se espera que el maíz pisingallo cultivado en las escuelas y la comunidad cercana contribuya a la recuperación y la valoración de este recurso genético, y promover el consumo de un producto natural y de alto valor nutritivo.

AGRADECIMIENTOS

Al Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, Uruguay); Red de Semillas Nativas y Criollas del Uruguay; Escuela Agraria de Montevideo (Uruguay); Ing. Agr. Román Gadea; Vivero La liebre (Canelones, Uruguay); escuelas 122, 140, 141, 154, 230 y 309 de Montevideo (Uruguay). Adrián Cabrera, Nicolás Dávila, Victoria García da Rosa, Magdalena Graña, Belén Morales, Gastón Olano y Valentina Rodríguez del Laboratorio de Fitotecnia y Recursos Genéticos, Departamento de Biología Vegetal (Facultad de Agronomía, Uruguay), por analizar la capacidad de expansión.

REFERENCIAS

De María, F.; Fernández, G.; Zoppolo, G. (1979) Caracterización agronómica y clasificación racial de las muestras de maíz colectadas en Uruguay bajo el Proyecto IBPGR y Facultad de Agronomía. Tesis (Ingeniería Agronómica). Universidad de la República, Montevideo.

FAO (2013) Sistematización de experiencias exitosas de huertos escolares pedagógicos. http://www.fao.org/docrep/field/009/as225s/as225s.pdf. Acceso em 20/01/2017.

INASE (2018) Registro Nacional de Cultivares. https://www.inase.uy/EvaluacionRegistro/Default.aspx. Acceso em 10/08/2019.

MSP (2016) Ministerio de Salud Pública. Guía alimentaria para la población uruguaya. Para una alimentación saludable, compartida y placentera. http://www.msp.gub.uy/sites/default/files/archivos_adjuntos/MS_guia_web.pdf. Acceso em 10/04/2017.

National Foundation for Educational Research (2010) Impact of school gardening on learning. http://www.nfer.ac.uk/publications/RHS01/RHS01_home.cfm. Acceso em 20/02/2017.

Olivos, L. (2017) s.f. Info nutrición. http://blogs.peru.com/infonutricion/2012/04/pop-corn-que-tan-recomendable-es.html. Acceso en 04/04/2017.

Pereira, S. (2017) Prospección de variedades criollas hortícolas y sus conocimientos tradicionales asociados en el Palmar de Castillos, Departamento de Rocha. Tesis de grado, Facultad de Agronomía, Montevideo.

Rodríguez-Villasante T. (2006) Desbordes creativos: estilos y estrategias para la transformación social. Los Libros de la Catarata, Madrid. 423p.

Vega Franco, L.; Iñárritu, M.C. (2002) Adicción a los alimentos «chatarra» en niños y adultos Revista Mexicana de Pediatría 69(6):219-222.

CAPÍTULO 9

CARACTERIZACIÓN DE VARIEDADES CRIOLLAS DE MAÍZ PISINGALLO

Aceptado: 03/11/2020

Adrián Cabrera
Estudiante de Agronomía
Asistente del Laboratorio de Fitotecnia
Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Ximena Castro
Ingeniera agrónoma
Maestranda en Ciencias Agrarias
Asistente del Laboratorio de Fitotecnia del Departamento de Biología Vegetal
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Belén Morales
Estudiante de Agronomía
Asistente del Laboratorio de Fitotecnia
Departamento de Biología Vegetal
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Gastón Olano
Estudiante de agronomía
Asistente del Laboratorio de Fitotecnia
Departamento de Biología Vegetal
Facultad de Agronomía
Universidad de la República
Montevideo, Uruguay

Rafael Vidal
Ingeniero agrónomo
Doctor en Recursos Genéticos Vegetales
Investigador del Grupo InterABio y del Laboratorio de Fitotecnia del Departamento de Biología Vegetal
Profesor adjunto de la Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica
Montevideo, Uruguay
ID Lattes: 7810178532592114

INTRODUCCIÓN

Los pisingallos son un tipo de maíz cuya principal característica es que, cuando se calienta el grano, la presión del vapor en el pericarpio hace que explote. Las plantas se caracterizan por ser más pequeñas que las del maíz común, con caña más fina y menos hojas. A su vez, son prolíficos y pueden tener macollos. Este tipo de maíz tiene granos pequeños, puntiagudos (tipo arroz) o redondos (tipo perla); es una forma extrema de maíz duro; el endospermo contiene una baja proporción de almidón blando en el centro y está rodeado por una capa córnea, con mayor resistencia del pericarpio debido a esta proporción de almidón corneal. La capacidad de expansión del maíz pisingallo (CE) se mide como la relación entre el peso de los granos y el volumen generado por el calentamiento de la humedad del endospermo. La CE está determinada principalmente por factores genéticos y ambientales; entre los factores ambientales destacan la humedad del grano, la forma de cosecha y las condiciones del cultivo (Gonçalves, 2016). En cuanto a los factores genéticos, la CE tiene una heredabilidad

muy alta, entre el 62 y el 96 % (Ziegler, 2003).

Hay evidencia de consumo de pisingallos en América del Sur por más de 4.000 años (Grobman y otros, 2012). El uso de pisingallos como bocadito comenzó a ser popular en 1893, cuando Charles Cretors llevó una máquina de *popcorn* a la Exposición Universal de Chicago, y hoy se consume en todo el mundo. En Uruguay, además del consumo en cines y parques, todavía existe una tradición de cocina casera y consumo doméstico. Uruguay no tiene una producción de pisingallos con fines comerciales; no existen cultivares nacionales registrados en el Instituto Nacional de Semillas, y desde 2010 no hay más importaciones de semillas (INASE, 2020). La demanda de cereales para uso doméstico se satisface con la importación de pisingallos desde Argentina. Entre 2016 y 2017, las importaciones totalizaron 645.000 kg, lo que representó más de $300.000, además de las importaciones de envases listos para microondas, considerados alimentos procesados con altos niveles de grasas.

Las variedades criollas existen desde los inicios de la agricultura: son el resultado de la selección de los agricultores, las formas de producción y el entorno en el que se cultivan. Según Camacho Villa y otros (2005), son dinámicas, genéticamente diversas, adaptadas localmente, asociadas a sistemas de producción tradicionales y reconocidas por quienes los conservan. Las variedades criollas tienen un valor intrínseco y un valor de uso. El primero se refiere al valor como elemento cultural e identitario para los agricultores (Vidal, 2016). El segundo es el valor del producto comercial, como alimento, forraje y otros usos en el establecimiento agrícola, para el mejor aprovechamiento de los alelos resistentes a enfermedades (Alvarez y otros, 2019), además de la tolerancia y la adaptación a condiciones abióticas estresantes (Montañez y otros, 2009).

En 1978, se colectaron y caracterizaron 23 variedades criollas de maíz pisingallo por parte de la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República (De María y otros, 1979). Actualmente, los accesos a la colección se conservan ex situ en el Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria (INIA) «La Estanzuela». La caracterización de las variedades criollas recolectadas incluyó características de plantas, espigas y granos, pero nunca fueron evaluadas por su capacidad de expansión ni por las características gastronómicas. El uso es una de las mejores estrategias para la conservación de variedades criollas. La caracterización de las variedades criollas nos permitiría conocer cuáles tienen una calidad comparable con los materiales comerciales que se consumen en la actualidad.

Los objetivos de este trabajo fueron i) evaluar la capacidad de expansión de las variedades criollas y comerciales, y ii) probar las preferencias gustativas entre variedades criollas y variedades comerciales con diferentes grupos.

MATERIAL Y MÉTODOS

Evaluación de la capacidad de expansión

Los genotipos utilizados corresponden a la multiplicación de cinco variedades criollas (VC) y cinco cruces entre variedades criollas (C). Los granos de las variedades criollas fueron multiplicados por el Proyecto Huertas en Centros Educativos de la Facultad de Agronomía. Se incluyeron dos variedades comerciales como controles (CT).

Las características evaluadas fueron capacidad de expansión (CE), tiempo hasta la primera explosión (TPE), número de granos enteros (NGNE) y peso de granos enteros (PGNE). Para la evaluación se siguió el siguiente protocolo, según Gonçalves (2016): las muestras se secaron hasta alcanzar un 15 % de humedad, evaluada con un medidor de humedad Wile 55; se tomaron tres muestras de 20 gramos cada una; cada muestra se colocó en el microondas (70 % de potencia) durante dos minutos. El tiempo hasta el primer estallido de grano (TPE) se registró en segundos, después de dos minutos se evaluó el volumen final de grano en mL para evaluar la CE, en total mL 20 g, y luego se contaron y pesaron los granos sin quebrar (NGNE y PGNE). Se fotografiaron diez granos reventados representativos y se caracterizaron por la forma y el color de los pop (Figura 9.1). Entre una evaluación y otra, hubo un intervalo de espera de un minuto.
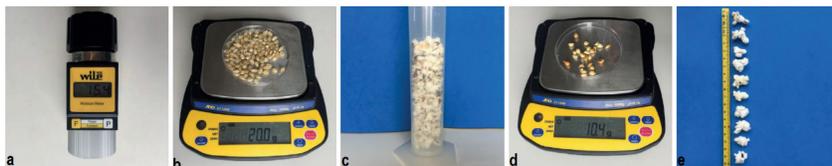
Figura 9.1. Pasos de evaluación de la capacidad de expansión: a) humedad; b) peso de las muestras; c) evaluación de volumen; d) peso de granos sin reventar e) evaluación del color y tipo de los pop.

Para evaluar la preferencia del consumidor, se llevó a cabo una prueba sensorial denominada «Desafío del sabor». Se utilizaron una variedad criolla y una variedad comercial disponible en el mercado. Las dos variedades no mostraron diferencias significativas en la evaluación de la CE. Previamente los maíces pisingallos se reventaban por separado en una máquina de pop y cada muestra se colocaba en un bol identificado con un número, de modo que la gente al momento de experimentar no supiera a qué variedad correspondía cada bol. Después de la degustación, se pidió a los participantes que completaran un cuestionario con la

siguiente información: sexo, edad, número de la variedad seleccionada, los motivos por los que se eligió y si alguna vez plantaron variedades de maíz pisingallo (Figura 9.2A).

Se realizaron 129 entrevistas en tres eventos diferentes: VIII Fiesta Nacional de la Semilla Criolla y Agricultura Familiar, en el Departamento de Salto; I Muestra Nacional de Agroecología, realizada en Canelones, y en la Jornada de Puertas Abiertas, en la Facultad de Agronomía, Montevideo. Las diferencias en los resultados de las evaluaciones de capacidad de expansión y sensorial se evaluaron con un análisis de varianza y una prueba de Chi-cuadrado. Los datos se analizaron utilizando el software PAST (Hammer y otros, 2001).

Figura 9.2**.A:** «Desafío del sabor» durante VIII Fiesta Nacional de la Semilla Criolla y Agricultura Familiar. **B**: Caracterización gastronómica «Desafío del sabor» en la Jornada de Puertas Abiertas 2019 en la Facultad de Agronomía.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de la capacidad de expansión

Las variedades criollas tuvieron una capacidad de expansión promedio de 10,6 mL/g, con un máximo de 19 mL/g y un mínimo de 6,5 mL/g (Cuadro 9.1). En cuanto a los cruces, el promedio fue de 9,5 mL/g, siendo el máximo 13,3 mL/g y el mínimo 6,5 mL/g. Los controles comerciales tenían un promedio de 16,0 mL/g. Surgieron diferencias significativas entre las variedades criollas y los cruces. Dos de los cruces de variedades nativas no mostraron diferencias significativas en su capacidad de expansión en comparación con uno de los controles comerciales.

Para el carácter NGNE, donde se desea un número mínimo, las variedades criollas tuvieron un promedio de 46,2, con un número máximo de 62 y un mínimo de 30. En cuanto a los cruces, el promedio fue de 46,1, siendo el máximo 77 y el mínimo 24. Para esta característica se encontraron diferencias significativas entre los genotipos analizados, y una de las variedades no presentó discrepancias

relevantes en relación con los controles comerciales.

Para el PGNE, las variedades criollas tuvieron un peso en gramos de 6,2, con un máximo de 8,9 y un mínimo de 3,8. En cuanto a los cruces, la media fue de 5,5, con un máximo de 7,8 y un mínimo de 3,5. No hubo diferencias entre todos los genotipos estudiados, ni en relación con los controles comerciales.

Los valores de TPE variaron de 33 a 41 segundos para las variedades criollas, de 20 a 43 segundos para los cruces, y de 29 a 50 segundos para los testigos comerciales. No se encontraron diferencias significativas entre los genotipos estudiados.

No se identificaron discrepancias en la forma y el color de los granos expandidos entre las variedades criollas; todos tenían forma abierta de pop blanco; los controles comerciales tenían forma abierta de pop blanco y crema.

		CE	PGNE	NGNE	TPE
VC	Promedio	10,6	6,2	46,4	35,8
	Mínimo	6,5	3,8	30,0	33,0
	Máximo	19,0	8,9	62,0	41,0
C	Promedio	9,5	5,5	46,1	39,0
	Mínimo	6,5	3,5	24,0	20,0
	Máximo	13,3	7,8	77,0	43,0
TC	Promedio	16,0	3,6	24,1	38,6
	Mínimo	14,0	0,4	0,0	29,0
	Máximo	19,5	5,8	46,0	50,0

Tabla 9.1. Promedio general, valores máximos y mínimos para variedades criollas (VC), cruces (C) y testigos comerciales (TC); capacidad de expansión (CE), peso de granos no reventados (PGNE), número de granos sin reventar (NGNE) y tiempo de la primera explosión (TPE).

Análisis sensorial «Desafío del sabor»

De los resultados obtenidos se destaca la preferencia de la variedad criolla sobre la variedad comercial (Figura 9.2B) en el 57,4 %. Entre las mujeres, el 60,5 % prefirió la variedad criolla, y entre los hombres el 51,1 %. Los resultados obtenidos en cuanto a los criterios de selección de los entrevistados muestran que el gusto es el criterio predominante (57,7 %), seguido de los aspectos texturales (35,7 %) y, en menor medida, los criterios relacionados con la memoria del color, el tamaño, la apariencia y el sabor (6,5 %). Las respuestas clasificadas en la categoría de sabor incluyen: más sabroso, más dulce, más intenso, más natural, no tan dulce y más suave. El sabor en general («más sabroso») fue la característica más mencionada, tanto por las personas que eligieron la variedad criolla (78,6 %), como por quienes eligieron la variedad comercial (68,3 %). Asimismo, es de destacar que

la característica «más dulce» tiene más mención en la variedad comercial (22 %) que en la criolla (5,4 %). El resto de las subcategorías representan una fracción más pequeña de las respuestas para ambas variedades.

El segundo atributo más mencionado en ambas variedades fue la textura, 38,6 % para la variedad criolla y 35,2 % para la variedad comercial. En este caso, las respuestas se agruparon en las siguientes categorías: mejor textura, más suave, más consistente, más blanca, suave, tersa, ligera, más seca, aceitosa y artificial. En cuanto a la textura, la preferencia de la variedad criolla se relaciona principalmente con ser más crujiente y consistente, representando el 39 % y el 38 % de las razones mencionadas, respectivamente. Por otro lado, la variedad comercial se destacó por ser más suave, más tersa y más ligera (75 %). El color fue un criterio utilizado por tres personas, dos de las cuales destacaron que la variedad criolla es más blanca.

Otro aspecto consultado en la entrevista fue si habían cultivado o estaban cultivando variedades criollas de maíz pisingallo, 63 de las personas encuestadas mencionaron que no plantaron, mientras que 24 personas dijeron que sí. De las personas que plantaron el 62,5 % prefirieron la variedad criolla.

CONCLUSIONES

La caracterización de las variedades criollas de maíz pisingallo se realizó de acuerdo con la capacidad de expansión y las preferencias gustativas de tres grupos de personas. El resultado muestra que: (i) en las variedades criollas hay algunas que obtienen cualidades físicas similares a las comerciales; y (ii) que, dentro de la población probada, existe una preferencia gustativa por la variedad criolla dada por características de la variedad, tales como sabor, textura y color. Estos dos aspectos constituyen argumentos sustantivos sobre la importancia de las variedades criollas por su valor de uso y su potencial como recurso genético local para abastecer el consumo en el mercado interno.

Actualmente, existe un contexto de erosión genética asociado al reemplazo de variedades criollas por variedades comerciales y la disminución de productores familiares, que son quienes las conservan. En este sentido, promover el uso y el consumo de variedades criollas de maíz pisingallo aparece como una estrategia para potenciar y conservar el recurso, contribuyendo a la construcción de la soberanía alimentaria.

Por tanto, se puede concluir que existen variedades criollas que son de buena calidad y apreciadas por los consumidores, lo que las constituye como un recurso genético que debe ser valorado. Para ello, se debe promover que más productores cultiven estas variedades, para que la población consumidora pueda tener un abasto y acceder a este recurso.

AGRADECIMIENTOS

Al Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA, Uruguay); el Proyecto Huertas en Centros Educativos de la Facultad de Agronomía; el Proyecto Apoyo a la Investigación Estudiantil, Comisión Sectorial Investigación Científica, Udelar. A Valentina Rodríguez, Magdalena Graña, Victoria García da Rosa, Nicolás Dávila y Marilin Banchero, por su participación y apoyo durante la preparación de este trabajo.

REFERENCIAS

Álvarez, A.; Gelezoglo, R.; Rodríguez, S.; Viera, M.; Cabrera, A.; Morales, B.; Garmendia, G.; Vidal, R.; Vero, S. (2019) Susceptibilidad de variedades criollas de maíz a Fusarium spp. In: Anais da V Jornada Uruguaya de Fitopatología, Montevidéu.

Camacho Villa, T.C.: Maxted, N.: Scholten, M.; Ford-Lloyd, B. (2005). Defining and identifying crop landraces. Plant Genetic Resources 3(3):373-384.

De María, F.; Fernández, G.; Zoppolo, G. (1979) Caracterización agronómica y clasificación racial de las muestras de maíz colectadas en Uruguay bajo el Proyecto IBPGR y Facultad de Agronomía. Tesis Ing. Agr., Universidad de la República, Montevidéu.

Gonçalves, G.M.B. (2016) Caracterização e divergência genética de variedades crioulas de milho pipoca conservadas por agricultores do oeste de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

Grobman, A.; Bonavia, D.; Dillehay, T.D.; Piperno, D.R.; Iriarte, J.; Holst, I. (2012) Preceramic maize from Paredones and Huaca Prieta, Peru. Proceedings of the National Academy of Sciences 109(5):1755-1759.

Hammer, Ø.; Harper, D.A; Ryan, P.D. (2001) PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. Palaeontologia Electronica 4(1):9.

INASE (2020) Estadisticas Importaciones. https://www.inase.uy/Files/Docs/133EC985670C7D19.xlsx. Acceso em 05/02/2020.

Montañez, A.; Abreu, C.; Gill, P.R.; Hardarson, G.; Sicardi, M. (2009) Biological nitrogen fixation in maize (Zea mays L.) by 15 N isotope-dilution and identification of associated culturable diazotrophs. Biology and Fertility of Soils 45(3):253-263.

Vidal, A.R. (2016) Diversidade das populações locais de milho de Anchieta e Guaraciaba, Oeste de Santa Catarina: múltiplas abordagens para sua compreensão. Tese (Doutorado em Recursos Genéticos Vegetais), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

Ziegler, K.E. (2003) Popcorn. Corn: Chemistry and Technology. In: White, P.J.; Johnson, L.A. 2nd. Ed.American Association of Cereals Chemist, St. Paul. pp.783-809.

CAPÍTULO 10

LA EXPERIENCIA DE LA *ASSOCIAÇÃO DOS GUARDIÕES DAS SEMENTES CRIOULAS* DE IBARAMA: UN CAMINO DE MUCHOS LÍMITES Y POTENCIALES

Aceptado: 03/11/2020

Lia Rejane Silveira Reiniger
Ingeniera agrónoma
Doctora en Ciencias
Investigadora del Grupo de Agroecología, Agrobiodiversidad y Sostenibilidad Prof. José Antônio CostabeberProfesora titular de la Universidad Federal de Santa Maria
Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

Marielen Priscila Kaufmann
Ingeniera Forestal
Máster en Extensión Rural
Investigadora del Grupo de Agroecología Agrobiodiversidad y Sostenibilidad Prof. José Antônio Costabeber de la Universidad Federal de Santa Maria
Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

Iana Somavilla
Ingeniera agrónoma
Doctora en Agronomía
Investigadora del Grupo de Agroecología Agrobiodiversidad y Sostenibilidad Prof. José Antônio Costabeber
Asesora técnica del Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Pinhal Grande
Pinhal Grande, Rio Grande do Sul, Brasil

Marlove Fátima Brião Muniz
Ingeniera agrónoma
Doctora en Fitotenía
Investigadora del Grupo de Agroecología Agrobiodiversidad y Sostenibilidad Prof. José Antônio Costabeber
Profesora titular de la Universidad Federal de Santa Maria
Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

Giovane Ronaldo Rigon Vielmo
Graduado en Gestión Ambiental
Extensionista rural de la Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural (Emater/RS-Ascar)
Ibarama, Rio Grande do Sul, Brasil

Carmen Rejane Flôres Wizniewsky
Geógrafa
Doctora en Geografía y Ciencias Territoriales
Investigadora del Grupo de Agroecología Agrobiodiversidad y Sostenibilidad Prof. José Antônio Costabeber
Profesora asociada de la Universidad Federal de Santa Maria
Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

José Geraldo Wizniewsky
Ingeniero agrónomo
Doctor en Agroecología, Sociología y Estudios Campesinos
Investigador del Grupo de Agroecología Agrobiodiversidad y Sostenibilidad Prof. José Antônio Costabeber
Profesor titular de la Universidad Federal de Santa Maria
Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil

CONTEXTO

Los cultivares [1] criollos en Ibarama, especialmente de maíz, son parte de la cultura

1 Los cultivares se derivan del término «variedades cultivadas», que refieren a las seleccionadas para servir a un propósito agronómico, como resultado del proceso de selección humana. Creemos, por lo tanto, que al igual que los cultivares híbridos y transgénicos que se ofrecen en el mercado de semillas, los cultivares criollos también son el resultado del proceso de mejoramiento genético, incluso si no se lleva a cabo necesariamente en centros especializados.

de muchas familias de agricultores cuyas semillas han sido transferidas de padres a hijos, o incluso en la comunidad, a través de intercambios entre vecinos, conocidos y parientes. Parte de este germoplasma constituye un patrimonio indígena y quilombola, mientras que otros fueron traídos por inmigrantes europeos y de otras regiones brasileñas que colonizaron esa región. Las acciones de rescate, manejo y conservación para estas semillas comenzaron en la década de 1980, pero su intensificación tuvo lugar en 1998, cuando los técnicos del *Escritório Municipal de Ibarama* de la *Associação Riograndense de Empreendimentos de Assistência Técnica y Extensão Rural (Emater/RS-Ascar)* identificaron a los agricultores que, en ese momento, todavía usaban semillas de cultivares de maíz criollo.

A partir de este núcleo inicial, se inició un proceso de selección, multiplicación y conservación de semillas en bancos familiares en 10 comunidades rurales. Esta iniciativa fue planeada para favorecer a los mismos agricultores, para que actuaran como multiplicadores y diseminadores de los cultivares criollos y los conocimientos tradicionales, asociados con sus vecinos, con el objetivo de promover el rescate, la multiplicación, el almacenamiento y la disponibilidad de semillas criollas como forma legítima de conservar los recursos genéticos in situ/*on-farm*, y así preservar la biodiversidad y obtener sostenibilidad en su sentido amplio.

Desde ese momento, estos agricultores comenzaron a llamarse a sí mismos «guardianes de las semillas criollas de Ibarama», como una alusión al sentido de los protectores y mantenedores de la agrobiodiversidad criolla presente en el municipio. Para ser un tutor, el agricultor o la familia deben hacer un compromiso informal y ético para mantener, rescatar y seleccionar materiales para la propagación genética de especies y cultivares agrícolas. Cuando pasan a formar parte de la *Associação dos Guardiões das Sementes Crioulas de Ibarama (ASCI)*, asumen formalmente la tarea de conservar la agrobiodiversidad criolla. En la actividad desarrollada y que dio origen a este capítulo solo participaron los guardianes de las semillas criollas asociados.

Cabe destacar que el municipio de Ibarama tiene una superficie de 193 km² y una población total de 4.454 habitantes, de los cuales 3.498 viven en zonas rurales; o sea, su economía se basa en la actividad agrícola y la ganadera, que a su vez se basan en establecimientos rurales típicamente familiares. Los cultivos agrícolas predominantes, según datos de IBGE (2011), son el maíz, el tabaco, los porotos, además de la horticultura y fruticultura, producidas por agricultores familiares de subsistencia y de mercado.

Más tarde, en 2002, los agricultores y la EMATER-RS/ASCAR promovieron el primer Día del Intercambio de Semillas Criollas, en el que los agricultores intercambiaron semillas y conocimientos asociados entre ellos, así como también se realizaron ventas directas a otros productores. Dado el éxito, el evento comenzó

a tener lugar anualmente, siempre en el segundo viernes de agosto, totalizando, hasta el momento, 17 ediciones. Un poco más tarde, el 22 de agosto de 2008, la organización de agricultores evolucionó para la formalización de la *Associação dos Agricultores Guardiões das Sementes Crioulas de Ibarama* (ASCI).

A partir de 2010, el *Grupo de Pesquisa em Agroecologia, Agrobiodiversidade e Sustentabilidade Professor José Antônio Costabeber* —que incluye el Centro de Estudios en Agroecología (NEA-UFSM) y el Centro Vocacional Tecnológico de la UFSM (CVT-UFSM)— inició el desarrollo de proyectos y programas multidisciplinarios relacionados con las semillas de cultivares criollos de maíz y otros cultivos, rescatados y preservados en Ibarama, otros municipios del *Território Rural Centro Serra* (Reiniger, 2012) y el *Território da Cidadania Central do Rio Grande do Sul* (RS), con el objetivo de contribuir a mejorar la experiencia.

Dentro del alcance de uno de estos programas, más específicamente el llamado «Sistematización de las acciones de extensión, enseñanza e investigación relacionadas con los cultivares de maíz criollo llevadas a cabo en los municipios de la microrregión del Centro Serra del RS», financiado por el Edital PROEXT (*Programa de Extensão Universitária*), promovido por la UFSM, en asociación con los Guardianes, EMATER-RS/ASCAR municipal y otras instituciones regionales, en 2012, se llevó a cabo el *I Seminário da Agrobiodiversidade Crioula*, simultáneamente con el *XI Dia da Troca*. En 2012, también se inició el *Seminário Regional dos Guardiões Mirins*, bajo la responsabilidad de la Secretaria Municipal de Educación de Ibarama y la *Feira da Economia Popular e Solidária do Território Centro Serra*. Desde 2013, estos cuatro eventos se conocen como *Saberes, Sabores e Sementes Crioulas*; en 2018, se celebraron las ediciones 17.ª del *Dia da Troca de Sementes Crioulas* y la séptima de los Seminarios y la Feria.

A lo largo de estos años de experiencia, los Guardianes rescataron y preservaron más de 150 cultivares criollos, incluidos 30 de maíz; intercambiaron y comercializaron directamente más de 17 toneladas de semillas de maíz y poroto (frijol) en sus eventos, a los que asistieron aproximadamente ocho mil personas, de varios municipios de RS, otros estados brasileños y varios países.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Considerando el contexto anterior, este capítulo tiene como objetivo presentar y analizar la experiencia de los Guardianes de Ibarama con acciones de rescate, conservación y manejo sostenible de semillas de cultivares criollos, con centro en las debilidades y los potenciales de su Asociación. La información y los análisis presentados aquí se obtuvieron de la ejecución de los diversos proyectos y programas de nuestro grupo de investigación —y socios, como la *Associação*

dos Guardiões, la EMATER-RS/ASCAR y otras instituciones de desarrollo regional que acontecieron en Ibarama—, con las semillas criollas como tema desde 2009 hasta el momento.

Para apoyar la elaboración de este trabajo realizamos, en Ibarama, un taller (Figura 10.1A) con los *Guardiões das Sementes Crioulas* y otros socios, con el objetivo de socializar el conocimiento generado por los proyectos y los programas (Figura 10.1B). El taller se realizó el 14 de noviembre de 2014, en la propiedad del señor Leonel Waldemar Kluge, quien, en ese momento (y actualmente está en el cargo nuevamente), ejerció la función de presidente de ASCI, y se contó con la participación de 35 personas.

En la instancia, se utilizaron las siguientes preguntas problematizadoras: ¿cuáles son los problemas que enfrentamos en la producción de semillas criollas? ¿Qué obstaculiza o dificulta la existencia y el desempeño de la Asociación? ¿Qué podemos hacer para resolver los problemas que enfrentamos, como persona/familia y como asociación? ¿Cuáles son nuestras reclamaciones con respecto a los problemas planteados? La discusión se llevó a cabo en cuatro subgrupos, con la ayuda de moderadores con propuestas de referencia para los problemas planteados. En un segundo paso, el moderador sistematizó los puntos planteados por el personal del taller, escribiéndolos en papel marrón con la ayuda de tarjetas. Al final de la mañana, las sugerencias de los subgrupos se presentaron a todos los participantes, seguidas de una amplia discusión de todo el grupo. Luego, las fortalezas y las debilidades señaladas en el taller fueron compiladas y analizadas por el grupo de investigación, para componer el presente trabajo.

RESULTADOS

Se observó que la Asociación tiene algunas debilidades con respecto a la participación y el envolvimiento de los miembros, también debido al pequeño número de guardianes que la componen. Algunos agricultores informaron que hay una participación desigual de sus pares en las reuniones y los eventos en que ellos participan. Esto significa que las tareas administrativas y representativas generalmente son realizadas por las mismas personas, lo que sobrecarga a algunos. Para los agricultores, participar en muchas actividades dificulta la producción agrícola, ya que tienen muchos cultivos y poca mano de obra.

Figura 10.**1.A.** Registro de participantes del taller celebrado el 14 de noviembre de 2014 en Ibarama, con los *Guardiões das Sementes Crioulas* y otros socios institucionales. Foto: Bibiana Silveira-Nunes. **B.** Uno de los momentos de socialización del conocimiento generado por los proyectos y programas realizados, con la presentación de los principales resultados de la disertación de la magíster Marielen Kaufmann, por parte de la autora.

Foto: Bibiana Silveira-Nunes.

Asimismo, en Ibarama ocurre uno de los problemas más recurrentes en el entorno rural actual: la discontinuidad en la sucesión familiar, que se refleja directamente en los miembros de la ASCI. La mayoría de las familias son de tamaño pequeño a mediano, y se ha observado que la tendencia futura es que solo los padres permanecen en la residencia, dado que la mayoría de los hijos de los agricultores asociados no tienen interés en continuar el trabajo de sus preceptores, eligiendo ejercer otras profesiones vinculadas al entorno urbano. Otro aspecto que merece destacarse es el grupo de edad en el que se encuentran los Guardianes: la mayoría tienen 50 años o más (Kaufmann y otros, 2013).

Otro factor limitante que los miembros destacan para la producción de cultivares criollos es la existencia de cultivos transgénicos, que pueden contaminar genéticamente las semillas criollas y traer consecuencias negativas para los guardianes y su producción, entre las que mencionaron: la producción de semillas criollas puede ser depreciada por esta contaminación; el agricultor puede ser demandado por la compañía que posee los derechos de los cultivares transgénicos, tener que pagar regalías y someterse a procedimientos legales. Además, y lo que es más importante, puede haber una pérdida de variabilidad genética en los cultivares criollos y, en consecuencia, de la biodiversidad agrícola.

Finalmente, uno de los factores que dificultan el funcionamiento de la Asociación son las divergencias políticas y la burocracia administrativa de los órganos públicos, que causan demoras en la solución de los problemas técnicos que se enfrentan. Este es el caso específico del molino de piedra colonial construido e inaugurado en 2012 en asociación con la *Prefeitura Municipal de Ibarama*, que

serviría para beneficiar los granos de maíz para la producción de harina por parte de los miembros de la Asociación, reduciendo así los costos. Debido a problemas técnicos, el molino opera de manera discontinua, con frecuentes interrupciones de trabajo, lo que causa inconvenientes a los agricultores, que tienen que recurrir a molinos instalados en otros municipios para la producción de harina de maíz.

Por otro lado, los agricultores que participaron del taller identificaron muchas potencialidades, que se agruparon en los incisos descritos a continuación.

a. Estructura interna: organización de la ASCI a través de la creación de nuevas funciones administrativas, como, por ejemplo, la función de secretario de comunicación. Además, existe la necesidad y la posibilidad de alentar a una mayor rotación entre los agricultores para llevar a cabo actividades relacionadas con la gestión y la representación de la Asociación.

b. Estructura física: los agricultores perciben la necesidad de la construcción de una sede, con una sala de reuniones, un molino, y un secretario o recepcionista para organizar las reuniones, llevar a cabo la comercialización, etcétera. Consideran necesario y urgente asignar tareas a una persona que se dedique exclusivamente a la actividad y sea renumerada por ese trabajo. Estas tareas incluyen organizar la agenda de uso del molino, vender semillas y derivados, asesorar en las actividades que realizan los miembros de la Asociación, como la participación en eventos, cursos, días de campo, etcétera. Este papel lo desempeña actualmente el técnico de extensión de EMATER-RS/ASCAR, pero debería ser desempeñado por un representante de la ASCI, favoreciendo procesos autónomos para la Asociación.

c. Formalizar nuevas alianzas y consolidar las existentes: los agricultores creen que, con esta estructura física consolidada, podrán fortalecer las alianzas establecidas más fácilmente. Entre las asociaciones mencionadas se encuentran:

- UFSM y Embrapa: estas instituciones fueron muy importantes para los agricultores en la solución y la búsqueda de respuestas técnicas, la investigación y el apoyo a la consolidación de la Asociación. Además, consideran que la investigación realizada de manera participativa y descentralizada (*on-farm*) favorece el empoderamiento de los agricultores con respecto a los cultivares que preservan, y permite a los estudiantes, los investigadores, los técnicos y los agricultores acercarse en una relación de construcción dialéctica del conocimiento.

- ONG *Centro de Apoio e Promoção da Agroecologia - Capa*, *Prefeitura Municipal de Ibarama* y *Câmara dos Vereadores*: fueron los primeros en dar visibilidad y apoyo a la Asociación, tanto para su consolidación como en las actividades y los eventos promovidos por el grupo, incluidas las fiestas, hoy tan importantes para la economía del municipio. Las secretarías municipales, con énfasis en la Secretaría de Educación, que ha estado realizando trabajos de educación ambiental, y promoviendo el rescate y la conservación de los cultivares criollos por parte de los estudiantes, en un proyecto llamado *Guardiões Mirins*, que constituye una de las grandes apuestas para la sucesión de tutores adultos. El proyecto *Guardiões Mirins* es una iniciativa de educadores de campo, en asociación con EMATER-RS/ASCAR, que consiste en fomentar el intercambio de conocimientos entre los Guardianes principales y los estudiantes, sobre el manejo, la selección y el almacenamiento de semillas criollas, dentro de la familia o la comunidad. Una amplia gama de acciones conforman el proyecto con el objetivo de alentar a los estudiantes a cultivar, almacenar y socializar las semillas producidas y el conocimiento adquirido. A partir de estas acciones, se estimula el intercambio entre los estudiantes y la comunidad rural; la participación de los niños guardianes ha sido constante en los días de intercambio, y los festivales y las ferias del municipio. La Secretaría Municipal de Salud también ha apoyado muchas actividades relacionadas con la promoción de una alimentación saludable basada en la valorización y el uso de la agrobiodiversidad criolla local.

- EMATER-RS/ASCAR, sindicatos rurales y órganos públicos estatales (con énfasis en la Secretaría de Desenvolvimiento Rural): los agricultores asociados atribuyen a la asistencia técnica municipal, realizada a través de EMATER-RS/ASCAR, la responsabilidad y la motivación inicial para la organización del grupo, así como la formalización de la ASCI, además de proporcionar asistencia técnica calificada constante para la producción de semillas criollas. Además de esta institución, también mencionaron el apoyo del *Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Ibarama* en la comercialización de semillas de cultivares criollos y derivados para consumidores del municipio y la región, en los primeros años de la experiencia. Estas instituciones actúan como mediadores en la búsqueda de recursos financieros y apoyo para las festividades del municipio y las actividades de la ASCI. Los agricultores guardianes señalaron que la EMATER-RS/ASCAR intervenía en todas las actividades, además de facilitar eventos en la ciudad y la región, y la participación de la Asociación en eventos del estado y en otros estados de Brasil.

d. Desarrollar estrategias de comercialización a mayor escala y para nue-

vos mercados: para Guardianes, las acciones de la ASCI se difunden a través de recursos de medios audiovisuales. La estación de radio local, por ejemplo, se considera una alternativa importante para transmitir información pertinente sobre la Asociación. La visibilidad de los agricultores también se logra a través de su participación en conferencias y eventos relacionados con la Agroecología. Compartir sus experiencias en estas ocasiones aumenta la autoestima de los Guardianes como agricultores, muchos de quienes creen que han llegado a ser reconocidos por la importancia simbólica del trabajo. Una estrategia para ayudar a publicitar la Asociación y sus productos sería crear un sello colectivo para identificar productos basados en semillas criollas de la agricultura familiar. Creen que, con esta estandarización, los productos pueden ingresar a nuevos mercados, a mayor escala.

EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE LAS GUARDIANAS DE LAS SEMILLAS CRIOLLAS DE IBARAMA

En el período posterior al taller hasta el momento actual, en el contexto de la Asociación, el trabajo de las Guardianas es un tema emergente: el papel de la mujer en la conservación de las semillas criollas es fundamental, pero hasta hace poco permanecía oculto a los agentes externos a la comunidad. El hecho de que haya un número muy bajo de mujeres como guardianas asociadas en la ASCI refleja la división del trabajo por sexo, que es recurrente en esta categoría social de los agricultores familiares. Las mujeres guardianas de las semillas criollas en Ibarama son en gran parte responsables por el manejo, la selección y el almacenamiento de las semillas criollas, a pesar de que su participación como miembros asociados en la ASCI sea baja (Kaufmann, 2014). En este sentido, la búsqueda emprendida por mujeres guardianas para organizar y reclamar espacios está justificada, incluso subjetivamente ante la ASCI, considerando que existe en el inconsciente de esa comunidad un carácter paternalista, y en cierto modo machista, por el que se atribuye a los hombres el papel de responsables de la provisión de la familia (Brumer, 2004).

A partir de 2014, una serie de eventos contribuyeron a demarcar lo que llamamos un punto de inflexión, caracterizado por cuestionar la relación entre los géneros y los espacios ocupados por hombres y mujeres en la ASCI. Las asociaciones y las entidades que buscan reunir a las mujeres en torno a las causas de las mujeres son espacios favorables para su organización social, y promueven oportunidades de debate sobre la posición como mujeres en la sociedad. La mayoría de las mujeres agricultoras participan de la *Associação das Agricultoras do Município de Ibarama*, entre ellas las Guardianas, que también participan de la *Associação dos Artesãos de*

Ibarama, compuesta principalmente por mujeres.

Otro momento de gran prominencia que fomentó la perspectiva feminista para la conservación de las semillas en Ibarama fue la exposición fotográfica *As Guardiãs de Ibarama*, autoría de Bibiana Silveira (Silveira, 2014) (Figura 10.2). Las imágenes de 18 guardianas, tomadas en una situación relajada, conforman la mayoría de la exposición, que se lanzó en octubre de 2014 y rápidamente circuló por varios espacios de Rio Grande do Sul y otros países, como Argentina, Uruguay, EE. UU. Las fotografías se pueden apreciar en la dirección de la *web*: https://www.apusm.com.br/2014/10/as-guardias-de-ibarama-mostra-fotografica-no-salao-cultural-da-apusm/

Figura 10.2. Dos de las *Guardiãs das Sementes Crioulas* de Ibarama retratadas en la exposición *As Guardiãs de Ibarama*.

Fuente: Bibiana Silveira-Nunes

También destacamos que a partir de la exposición *As Guardiãs de Ibarama* el trabajo realizado por las mujeres ha obtenido una repercusión cada vez mayor, lo que las ha hecho reconocidas públicamente, siendo invitadas a eventos para informar y estimular a las nuevas agricultoras y agricultores a participar de la práctica de cultivar y conservar semillas criollas. Recientemente, una de las Guardianas, Renilde Cembrani Raminelli, recibió una mención de honor de la *Assembleia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul*, como una de las representantes del *Prêmio Pioneiras da Ecologia*. Este premio tiene como objetivo reconocer públicamente a las personas o las instituciones que se destacan en la promoción y el fortalecimiento de la lucha por un medioambiente ecológicamente correcto. Al recibir el premio, Renilde representa a todas las mujeres agricultoras y *Guardiãs das Sementes de Ibarama*, rompiendo con un panorama de invisibilidad de estas mujeres y dando a conocer su trabajo a nivel nacional.

Como referencia, estamos trabajando con la perspectiva de consolidar la red de colaboración plural, multidisciplinaria y multiinstitucional ya existente y, simultáneamente, expandir el intercambio de semillas y conocimiento para fortalecer la experiencia de las Guardianas y los Guardianes de Semillas Criollas de Ibarama.

Estos análisis, realizados de forma participativa, demuestran el nivel de madurez de este grupo, que logra determinar las limitaciones y los potenciales para buscar fortalecer su desempeño y garantizar la perpetuación. Aunque han pasado algunos años desde la celebración de este taller, las directrices siguen vigentes, dado que las limitaciones presentadas no se han superado por completo, y los potenciales se han aprovechado en parte. Sin embargo, vale la pena registrar los análisis para demostrar que las actividades llevadas a cabo en torno a la conservación de la agrobiodiversidad criolla no quedan estancadas, y que existe una continuidad y una multiplicidad en las acciones, que esperamos sean largas y duraderas.

REFERENCIAS

Brumer, A. (2004) Gênero e agricultura: a situação da mulher na agricultura do Rio Grande do Sul. Revista Estudos Feministas 12(1):205-227.

IBGE (2011) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa 2011. http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430975&search=rio-grande-do-sullibarama. Acceso em 23/06/2015.

Kaufmann, M.P.; Garcia, G.V.; Belle, A.R.; Costabeber, J.A. (2013) Análise socioeconômica das famílias que cultivam milho crioulo no município de Ibarama, RS. In: Anais do Congresso SOBER, Belém. http://icongresso.itarget.com.br/useradm/anais/?clt=ser.3. Acceso em 29/08/2018.

Kaufmann, M.P. (2014) Resgate, conservação e multiplicação da agrobiodiversidade crioula: um estudo de caso sobre a experiência dos guardiões das semillas crioulas de Ibarama (RS). Dissertação (Mestrado em Extensão Rural), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Reiniger, L.; Muniz, M.F.B.; Vielmo, G.; Costabeber, J.A.; Wizniewsky, J.G.; Silveira, P.R.C. (2012) Ações de extensão, ensino e pesquisa relacionadas às cultivares de milho crioulo realizadas pela Associação dos Guardiões de Semillas Crioulas de Ibarama-RS, EMATER e UFSM. Cadernos de Agroecologia 6(2):11587.

Silveira, B. (2014) As Guardiãs de Ibarama. Mostra Fotográfica no Salão Cultural da APUSM, 2014.

CAPÍTULO 11

LOS INTERCAMBIOS AGROECOLÓGICOS Y LOS INTERCAMBIOS DE SEMILLAS: ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN DE SEMILLAS CRIOLLAS EN LA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

Aceptado: 03/11/2020

Yolanda Maulaz Elteto
Ingeniera agrónoma
Máster en Agroecología
Asesora técnica del Centro de Tecnologías Alternativas da Zona da Mata
Viçosa, Minas Gerais, Brasil

Lis Soares Pereira
Graduada en Ciencias Biológicas
Master en Agroecología y educadora en la Escola Estadual Indígena Central Aiha
Parque Indígena do Xingu
Gaúcha do Norte, Mato Grosso, Brasil

Irene Maria Cardoso
Ingeniera agrónoma
Doctora Ciencias Ambientales
Profesora titular del Departamento de Suelos de la Universidad Federal de Viçosa
Viçosa, Minas Gerais, Brasil

Breno de Mello Silva
Ingeniero agrónomo
Coordinador técnico del Programa Sociobiodiversidad del Centro de Tecnologías Alternativas da Zona da Mata
Viçosa, Minas Gerais, Brasil

INTRODUCCIÓN

La agrobiodiversidad, como proveedora de alimentos y otros atributos esenciales para la supervivencia humana, es uno de los patrimonios biológicos y culturales más importantes del planeta (Sandeville Júnior, 2005; Machado y otros, 2008). Sin embargo, este patrimonio está amenazado, principalmente, por las prácticas recomendadas para la agricultura industrial, el consumo y el cambio climático, que están muy influenciadas por los impactos generados por estas acciones (Nodari y Guerra, 2015; Barbanti, 2017). Estas amenazas conducen a la «erosión genética», que es la extinción de especies y la pérdida de material genético, genes y alelos (importantes para la agrobiodiversidad), y ponen a la humanidad en riesgo y en alerta para que se puedan tomar decisiones sobre los procesos de conservación (Clement y otros, 2007; Bustamante y Dias, 2014).

Asimismo, la agrobiodiversidad se entiende como la parte de la biodiversidad que interactúa con lo agrícola, abarca las relaciones biológicas, intra e interespecíficas, y entre ecosistemas y paisajes, y también la diversidad sociocultural, que integra las relaciones sociales que se experimentan y recrean a través de la multiplicidad de arreglos culturales, religiosos, económicos y políticos, desarrollados sobre las diferentes formas de convivencia humana con la naturaleza (MMA, 2006; Santilli y Emperaire, 2006).

La agrobiodiversidad se mantiene y aumenta gracias a la dinámica desarrollada por varias comunidades agrícolas, como los agricultores indígenas tradicionales quilombolas y familiares, que a través de las semillas criollas

retienen una gran cantidad de conocimiento y variabilidad genética que pueden mitigar los procesos de erosión en curso (Machado y otros, 2008; Santilli, 2012; Schmitt y otros, 2018).

Las semillas, como componente principal de la agrobiodiversidad, se consideran bienes básicos que generan autonomía y seguridad alimentaria, fundamentales para la perpetuación de la vida humana en la tierra (Maluf y otros, 2001; Siliprandi, 2006; Pereira y otros, 2017). A través de ellas, se desarrolló la agricultura y, en el proceso de dispersión y domesticación de las especies, los agricultores ejercieron y ejercen su protagonismo.

El hábito de las familias agricultoras de guardar y conservar las semillas que consideran importantes permitió la domesticación y la dispersión de varias especies de plantas y, en consecuencia, la expansión de la agrobiodiversidad y la base alimentaria humana (Barbieri y Stumpf, 2008; Mazoyer y Roudart, 2010; Veasey y otros, 2011). Con esto, las familias agricultoras se han dotado de una diversidad significativa e importante, y se han convertido en las más conocedoras y responsables por la conservación in situ/*on-farm*[1] de esta diversidad (ONU, 1992; Brasil, 1994). Conscientes de este papel, varias familias agricultoras y organizaciones vinculadas a ellas han desarrollado acciones que promueven la continuidad de los procesos de conservación y los usos sostenibles de la agrobiodiversidad. Entre estas acciones está la creación de varias redes de intercambios de semillas, en las que los agricultores experimentan diferentes realidades, en distintos ambientes, con distintas adversidades, y tienen la oportunidad de buscar colectivamente respuestas y soluciones a los desafíos (Bevilaqua y otros, 2014; Borges, 2014).

En la Zona da Mata de Minas Gerais, los intercambios de semillas que se llevan a cabo en varias reuniones de agricultores, especialmente en los «intercambios agroecológicos» (Zanelli, 2015), constituyen estrategias para el rescate y la conservación tanto de semillas, como de conocimientos vinculados a ellas. Estas actividades involucran a muchas personas de diferentes lugares y formaciones, entre ellas, muchas familias agricultoras que guardan semillas criollas. Por el acercamiento de estas personas, estas dos estrategias tienen el potencial de la articulación y la consolidación de una red regional de intercambios de semillas.

A través del cambio de semillas, los intercambios agroecológicos (Figuras 11.1 A y B) permiten, además del «trueque» de conocimientos, la libre circulación de semillas locales; el intercambio y la construcción de conocimiento sobre semillas, y

1 La conservación in situ está definida por el Convenio sobre la Diversidad Biológica como la conservación de ecosistemas y hábitats naturales y el mantenimiento y restauración de poblaciones viables de especies en sus ambientes naturales y, en el caso de especies domesticadas y cultivadas, en ambientes donde han desarrollado sus caracteres distintivos. La conservación *on-farm* es complementaria a la conservación in situ y consiste en la conservación que se realiza sobre los cultivos y los valores de uso que ejercen los agricultores, especialmente por los familiares y tradicionales, indígenas, quilombolas, entre otros, que albergan una gran y significativa diversidad de recursos fitogenéticos y un amplio conocimiento sobre los mismos (Brasil, 2000).

los manejos y usos de estas; el mantenimiento y el incremento de la diversidad; la donación de semillas, principalmente en tiempos de vulnerabilidad de las familias agricultoras; la mayor distribución de semillas, lo que aumenta las posibilidades de reproducción y diseminación, y minimiza las posibilidades de pérdida de diversidad; y el fortalecimiento de las luchas contra las amenazas de la agricultura industrial y el cambio climático. Los intercambios son espacios de aprendizaje colectivo que traen cohesión y fuerza a los grupos de familias agricultoras (Zanelli y Silva, 2017). A través de ellos es posible acercar a las familias guardianas de las semillas criollas (Pandolfo y otros*,* 2014) con otras familias y actores sociales que tienen el potencial de contribuir con la conservación de la agrobiodiversidad.

Figura 11.1. **A.** Primer intercambio agroecológico en asentamientos de la reforma agraria Dénis Gonçalves, Goianá/MG, en julio de 2018. Foto: Lis Pereira. **B.** Intercambio de semillas y plantas para semilla, durante el intercambio agroecológico en el asentamiento Dénis Gonçalves, Goianá/MG, en 2018.

Foto: Leonardo Abud.

HISTÓRICO DE OCUPACIÓN DE LAS TIERRAS

Para reconstruir la historia de las diferentes matrices que contribuyeron a la formación de la agricultura en la Zona da Mata de Minas Gerais, así como para contextualizar la historia de la agroecología y de los intercambios agroecológicos, presentaremos un breve resumen del proceso de ocupación en esa región.

La Zona de Mata de Minas Gerais comenzó a ser poblada por europeos recién en el siglo XVIII, al final de la política de concesión llamada *Lei de Sesmarias*, con el declive de la exploración minera, conocida como el ciclo del oro. Hasta entonces, esta región estaba ocupada por pueblos originarios de diferentes etnias, reconocidos por los europeos como *puris*, *botocudos*, *coroados* y *coropós* (Carneiro

y Matos, 2010). Hasta el siglo XVIII, la región de la Zona da Mata era un área evitada por los europeos, principalmente porque es un lugar montañoso, de bosque denso (bioma mata atlántica) que contribuyó a obstaculizar el contrabando de oro en el momento de la exploración minera (Carneiro y Matos, 2010). La colonización más expresiva de estas tierras se debió a la llegada de inmigrantes italianos, españoles, alemanes y portugueses, y solo fue impulsada durante el siglo XIX por la introducción de la actividad cafetalera en la región (Carneiro y Matos, 2010; Ferrari, 2010).

Después de la ocupación por los europeos, la actividad principal, que impulsó la economía y, en consecuencia, la ocupación de la región, fue la producción agrícola; especialmente mediante el cultivo de café, caña de azúcar, tabaco, algodón, arroz, maíz, porotos y también mediante la cría de ganado (Netto y Diniz, 2006). Los cultivos se llevaron a cabo principalmente con mano de obra esclava; por lo tanto, la población del campo en la Zona da Mata de Minas Gerais es una herencia y unión de varios pueblos, los pueblos indígenas, los negros esclavizados y los europeos desheredados (Altafin, 2007). Actualmente, el 82 % de los establecimientos rurales de la región están ocupados por la agricultura familiar descendiente de estos pueblos (Brasil, 2006; IBGE, 2006).

En el 2000, el 23,3 % de la población todavía permanecía en el campo (FJP, 2003). La tierra se mantiene entre las familias principalmente a través del sistema de herencia. Todavía hay quienes adquieren la tierra a través de la compra, impulsada por el crédito a la tierra, una política del Gobierno federal iniciada en 1998 a través de los programas *Cédula da Terra* y *Banco da Terra*, que en 2003 se reformularon, dando lugar al *Programa Nacional de Crédito Fundiário* (Brasil, 2019). También existe, en el municipio de Araponga, una iniciativa pionera para la *Conquista Coletiva das Terras*; y en 2005, el *Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra* (MST) realizó su primera ocupación de tierras en la región, donde actualmente hay dos asentamientos y una ocupación de tierras, resultado de la lucha del MST. A pesar de todas estas iniciativas, todavía hay un 13,7 % de trabajadores no propietarios en el estado de Minas Gerais, que corresponde a 75.437 establecimientos agrícolas, incluidos inquilinos, asentados sin títulos definitivos, ocupantes, socios y productores sin áreas. En Brasil, el número es aún mayor: 23,7 % (1.229.225 establecimientos) (Brasil, 2006).

Muchas de las familias agricultoras de la región aún mantienen varios elementos fuertes de la agricultura campesina, ya que están preocupadas por la naturaleza, las semillas y el legado familiar (Ploeg, 2003, 2006), que legitima, corrobora y habla de la agroecología ampliamente aceptada, practicada y desarrollada en la región.

LA AGROECOLOGÍA Y LOS INTERCAMBIOS AGROECOLÓGICOS

En la década de 1980, dos movimientos importantes contribuyeron para el desarrollo de la agroecología en la Zona da Mata. El primero fue la articulación de la postdictadura militar de los agricultores que buscaban fortalecer y crear sus organizaciones, como los STR (*Sindicatos dos Trabalhadores Rurais*), las CEB (*Comunidades Eclesiais de Base*) y la CPT (*Comunidade Pastoral da Terra*). El segundo fue la incorporación del Movimiento Nacional de Agricultura Alternativa por parte de estudiantes de la *Universidade Federal de Viçosa* (UFV), que buscaban otras posibilidades frente a las tecnologías de la Revolución verde. Estos movimientos se encontraron y crearon la base para el movimiento agroecológico que sigue siendo persistente en la región (Cardoso y Ferrari, 2006).

En 1987, los movimientos antemencionados crearon el CTA-ZM (*Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata mineira*), que desde el comienzo trabaja en asociación con la UFV y los agricultores familiares, desde sus organizaciones y movimientos sociales (Cardoso y Ferrari, 2006). El CTA-ZM es una ONG que brinda asesoramiento y realiza actividades de capacitación educativa con las familias agricultoras en la Zona da Mata de Minas Gerais. Estas acciones tienen como objetivo fortalecer las organizaciones sociales y el desarrollo de la agroecología; se llevan a cabo en asociación con organizaciones y movimientos sociales vinculados a los agricultores familiares y sectores de la UFV. La acción del CTA favorece la relación entre los estudiantes y profesores de dicha Universidad con los otros actores sociales de la agroecología en la región (Moreira y otros, 2009).

Entre las acciones desarrolladas por el Centro, se encuentran los intercambios agroecológicos: reuniones que comenzaron a organizarse en 2008 con el propósito de expandir el conocimiento agroecológico y las experiencias basadas en el conocimiento y las prácticas de las familias campesinas. Estas reuniones se promueven y preparan para facilitar el diálogo, y el intercambio de conocimientos y semillas entre los agricultores (Zanelli y otros, 2013). Los intercambios agroecológicos han sido una de las principales estrategias para promover la agroecología en la región. Involucran a todos los miembros de la familia y se llevan a cabo periódicamente en una granja familiar, en varios municipios de la zona en la que operan. Se discuten temas como biodiversidad, suelo, agua, comercialización, organización y producción. En general, los intercambios siguen una metodología que básicamente involucra diez pasos: i) movilización de las personas y comunidades; ii) apertura mística; iii) presentación; iv) historia familiar, de comunidad o experiencia que recibe el intercambio; v) caminar por la propiedad/comunidad; vi) rueda de conversación; vii) intercambio de semillas y plántulas criollas; viii) compartir mesa con comida de la tierra; ix) informes y referencias; x) mística de cierre y agradecimiento (Zanelli

y otros, 2015; CTA, 2018). Durante el intercambio también puede haber esfuerzos conjuntos, talleres temáticos y actividades específicas con los niños.

Con el tiempo, estos intercambios han sufrido adaptaciones. Una de ellas fue la incorporación de intercambios de semillas y plántulas criollas. Los intercambios facilitan la circulación del germoplasma y amplían los debates sobre los temas relacionados con la socioagrobiodiversidad. También facilitan la aparición de novedades, sean técnicas de gestión, tecnologías culinarias, sociales, o una nueva variedad o especie que el grupo no conocía. No obstante, debe tenerse en cuenta que trabajar con semillas criollas ha sido parte de las estrategias del CTA-ZM desde su fundación.

EL TRABAJO CON SEMILLAS CRIOLLAS EN LA ZONA DA MATA DE MINAS GERAIS

A fines de la década de 1980, el recién creado CTA-ZM fue estimulado por los agricultores y las escuelas sindicales que formaron su consejo para comenzar un trabajo para rescatar las variedades criollas de maíz. Los agricultores exigieron autonomía sobre sus semillas, especialmente el maíz, ya que las variedades comerciales que se usaban ampliamente en la región estaban comenzando a causar problemas, como la susceptibilidad a la carcoma y la no resistencia en el almacenamiento. Desde su inicio, CTA-ZM se ha vinculado a la red PTA (*Rede de Projetos de Tecnologias Alternativas*), que en 1990 creó la *Rede Milho*, más tarde *Rede Semillas PTA* (Soares y otros, 1998). Las organizaciones de la red PTA, como parte de las actividades de la *Rede Milho*, desarrollaron, con el apoyo de Embrapa (*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária*), el ENMC (*Ensaio Nacional do Milho Crioulo*). Se implementaron algunas pruebas y campos de selección y multiplicación de semillas en la Zona da Mata con el apoyo efectivo del CTA-ZM.

Para fortalecer las acciones con semillas, en 1992 el consejo CTA-ZM creó el *Programa Milho Crioulo*, con el objetivo de generar autonomía sobre las semillas y garantizar la conservación del germoplasma (Siqueira, 1994). Más tarde, con las organizaciones asociadas de la red PTA en Minas, se creó la RIS (*Rede de Intercâmbio de Sementes*), coordinada por el CTA-ZM, hasta su cierre en 1999. Entre las actividades realizadas por las redes se destaca la implementación de varios campos de prueba, selección y multiplicación de semillas de maíz en las comunidades de la Zona da Mata de Minas Gerais. También vale la pena mencionar la organización, en las instalaciones de CTA-ZM en Viçosa, de un banco de germoplasma, que subsidió los experimentos y las colecciones que se llevaron a cabo.

Durante el desarrollo de estos trabajos, diversas variedades criollas de maíz (*Zea mays* L.), mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) y porotos (*Phaseolus*

vulgaris L.) fueron rescatadas de los agricultores, y el papel de proteger y cultivar las variedades criollas comenzó a ser reconocido y más valorado por ellos, quienes hasta entonces realizaban este trabajo sin reconocer el importante papel que desempeñaban. En 2001, el trabajo de experimentación técnica con las semillas se cerró, y se desactivaron los campos de semillas y el banco de germoplasma (Soares y otros*,* 1998; información verbal[2]).

Una de las razones por las que CTA-ZM ha desactivado los trabajos con las semillas fue la demanda de los agricultores por un trabajo más específico con café, ya que los precios del café habían aumentado y muchos de ellos volvieron a priorizar su cultivo. El avance del cultivo del café en la región tuvo lugar después del paquete tecnológico de la Revolución verde, que presuponía el uso a pleno sol y en monocultivo. Con esto, ya no se fomentaron los cultivos de maíz, porotos, calabaza (*Cucurbita* sp.), mandioca, vegetales, entre otros. Sin embargo, dichos cultivos son parte de los hábitos alimenticios locales, por lo que muchas familias agricultoras de la región se resistieron y continúan cultivándolos, aunque en muchos casos de forma secundaria, lo suficiente como para que se conserve una gran diversidad de germoplasmas. Además, en paralelo con el trabajo con semillas, el CTA-ZM articuló el *Programa de Formação de Agricultores(as)*, principalmente con café, en el que se implementaron, monitorearon y agilizaron sistemas agroforestales (Cardoso y otros, 2001), y se sistematizaron de manera participativa (Souza y otros*,* 2012), lo que contribuyó al aumento de la diversidad en los cafetales. Por todas estas razones, el trabajo de rescate, selección, multiplicación y conservación de semillas continuó, aunque de manera descentralizada por parte de los propios agricultores en sus territorios, a pesar de que CTA-ZM ha desactivado los programas y proyectos con semillas.

Más tarde, el debate sobre las semillas se expandió a nivel nacional, principalmente con la introducción de organismos genéticamente modificados (transgénicos), y los agricultores y sus organizaciones volvieron a solicitar al CTA-ZM acciones específicas con semillas. Con esto, las estrategias de conservación y la creciente diversidad fueron incorporadas a las dinámicas de los intercambios agroecológicos.

LOS INTERCAMBIOS AGROECOLÓGICOS Y LAS SEMILLAS CRIOLLAS

Con los intercambios se reavivaron las discusiones sobre las semillas. Estos mostraron la gran diversidad presente en la Zona da Mata, tanto de semillas como de conocimientos asociados con ellas. Conocimiento que refiere principalmente a las características culturales y el uso alimentario de las plantas. Los intercambios

2 Información proporcionada por Breno de Mello Silva, coordinador del Programa Sociobiodiversidad cta-zm, noviembre de 2018, Viçosa-MG.

también revelaron que muchos agricultores aún las usan y, por lo tanto, conservan las variedades rescatadas y distribuidas durante el período de prueba nacional y de los campos de semillas.

Los intercambios de semillas y plántulas, y las conversaciones que tuvieron lugar contribuyeron a aumentar la diversificación de los agroecosistemas. Se observa que muchos agricultores han vuelto a cultivar café, intercalando con otros cultivos, como maíz, porotos, calabaza, mandioca, bananas (*Musa* sp.) y papas (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). También existe una mayor incorporación del cultivo del café intercalado con árboles, como resultado del trabajo de implementación y sistematización de sistemas agroforestales en la región desarrollado por el CTA (Souza y otros, 2012), cuyo aprendizaje se difunde en los intercambios. Muchos de estos árboles son fructíferos, como el aguacate (*Persea americana* L.) y el ingá (*Inga edulis* Matius); otros nativos, como el *Açoita-cavalo* (*Luehea grandiflora* Mart. Zucc.).

En un estudio sobre agrobiodiversidad llevado a cabo en asociación con el proyecto *Razas de maíz de las tierras bajas de América del Sur - ampliando el conocimiento sobre la diversidad de variedades criollas de Brasil y de Uruguay*, se recolectaron 102 variedades criollas de maíz de los agricultores que participaron en los intercambios. Al analizar 47 de estas variedades con respecto al lugar de cultivo, el resultado observado fue que el 89,4 % (42) de las variedades se cultivaban entre las líneas de los cafetales. En la investigación sobre los orígenes, se identificó que el 27,5 % (28) de las variedades provenían de intercambios de semillas en los intercambios mencionados; el 27,5 % (28) provino de intercambios de semillas con parientes, amigos y vecinos; el 26,5 % (27) eran de herencia familiar; el 4,9 % (5) fueron heredadas del *Ensaio Nacional de Milho Crioulo*, y el 13,6 % (14) restante provino de otras fuentes. Al comparar los sitios de cultivo con los orígenes de las variedades, se descubrió que se alentaba a muchos agricultores a iniciar el proceso de transición agroecológica, un proceso que se revierte a la lógica de los monocultivos de café que prevalece en la región, a partir de los intercambios de semillas y conocimientos proporcionados por los intercambios agroecológicos.

Los cambios de semillas y plántulas estimulados por los intercambios (Figuras 11.2A y B) influyen positivamente en la dinámica de circulación y reproducción de semillas, además de coadyuvar directamente en las realidades agroalimentarias, los ingresos y la calidad de vida de las familias agricultoras de la Zona da Mata. Estos son aspectos fundamentales para la consolidación de la agroecología, que presupone sistemas alimentarios cada vez más sostenibles y, por lo tanto, diversos, autónomos, equitativos, productivos y resistentes.

Figura 11.2. **A.** Intercambio de semillas promovido durante un Intercambio Agroecológico realizado en el municipio de Espera Feliz/MG. Foto: Yolanda Maulaz. **B.** Intercambio de semillas y plántulas realizado durante el taller *Razas de maíz para fines de Conservación*, celebrado en Divino/MG, en mayo de 2018, desarrollado por el proyecto *Razas de maíz de las tierras bajas de América del Sur - ampliando el conocimiento sobre la diversidad de variedades criollas de Brasil y Uruguay.*

Foto: Gabriel Fernández.

También existe un consenso entre los agricultores sobre la responsabilidad de cultivar, multiplicar y traer nuevas semillas a los intercambios. Con esta dinámica, el compromiso se establece, aunque a menudo inconsciente, sobre la conservación de las variedades y el mantenimiento de los intercambios. Los datos sobre el origen de las semillas cultivadas por los agricultores refuerzan que el trabajo del CTA-ZM en la década de 1980 se conservó y repercutió en el territorio. Este legado se materializa en las semillas y el conocimiento intercambiados, donde muchas de las variedades que se intercambian son herencia de los rescates y cruzas de esas décadas, así como las nuevas generaciones que participan aportarán mucha información.

Los intercambios también proporcionan la reunión de variedades que los agricultores consideraron perdidas. Por ejemplo, para dos intercambios agroecológicos realizados en un asentamiento de reforma agraria en Goianá/MG, varias variedades podrían ser redescubiertas por los agricultores, como el Melón croá (*Sicana odorifera (Vell.) Naud.*), el *Jequiri* (*Mimosa arenosa (Willd.) Poir.*), el *Maxixe de vento* (*Cyclanthera pedata (L) Schrad*), los maíces *Dente de burro*, *Caiana sobrália* y *Paraná*, los porotos de arroz (*Vigna umbellata (Thunb.) Ohwi & Ohashi*), entre otros. Con el rescate de las variedades perdidas, los agricultores preservan y recrean los conocimientos agronómicos y culinarios, los afectos y los recuerdos sobre las variedades. Como refuerza el discurso de uno de los colonos sobre *melão croá*, una variedad que no veía desde que dejó el campamento donde vivía en Vale do Rio Doce y se estableció en la Zona da Mata, hace cinco años:

> Era costumbre de mi padre, generalmente, plantarlo en un árbol muy alto, preferiblemente si ese árbol está seco. Crece como chayote. Luego se va, solo que es tan grande, pesa unos cinco kilos, ¿sabes? Y cuando está maduro, es tan sabroso [el olor], aunque su fruta madura no es tan sabrosa, ¿sabes?, es realmente muy bueno el olor. (Hombre, 54 años)

Varias de estas variedades, perdidas y encontradas por otros, son nuevas para muchos. Muchas especies nativas, como la *uvaia* (*Eugenia uvalha Cambess*), una especie fructífera de la mata atlántica, eran desconocidas, y sus plántulas y semillas se distribuyeron en los intercambios. Desde los intercambios, los agricultores expandieron sus formas de organización y comenzaron a diversificar más la producción, procesar diferentes alimentos y acceder a diferentes mercados. Construyeron varias ferias agroecológicas distribuidas en varios municipios de la Zona da Mata de Minas Gerais, que complementan la venta y el trueque de semillas, por lo que participan en la dinámica de conservación, circulación y aumento de la agrobiodiversidad.

Con la adquisición de nuevas variedades, la mejora en la comercialización y la expansión de la oferta de novedades para los consumidores, el desafío ahora para parte de los agricultores que participan en los intercambios es la certificación orgánica, el fortalecimiento de la lucha contra los pesticidas y los transgénicos que amenazan la producción de alimentos saludables, la seguridad alimentaria y la autonomía de los agricultores sobre sus semillas.

A su vez, los intercambios también fomentan la reflexión sobre cuestiones importantes, pero a menudo difíciles de debatir, como temas relacionados con el género y las generaciones. La participación de toda la familia en los intercambios permite que surjan tales temas y expliquen la necesidad de relaciones más igualitarias en el campo, lo que es importante por razones humanitarias, pero también para la conservación y la transmisión por generaciones de semillas y el conocimiento relacionado con ellas.

El papel de las mujeres se ve reforzado, ya que se las considera guardianas de la agrobiodiversidad al mantener las prácticas de producción y manejo del paisaje, proteger las semillas criollas y mantener un flujo de intercambios dentro de la comunidad (Oakley, 2004). En este punto, las mujeres revitalizan las culturas y los hábitos alimenticios, garantizan la producción para el autoconsumo y su propia seguridad alimentaria (Menasche y otros, 2008).

Los intercambios agroecológicos y de semillas en la Zona da Mata son estrategias que, sumadas a los procesos de organización y movimiento existentes en la región, y las ferias comerciales, estimulan y facilitan los procesos de producción, el intercambio y el reembolso de los conocimientos, que son generadores autonomía; además de unirse a las prácticas de los agricultores, ya reconocidos como la

esperanza para la conservación de la agrobiodiversidad.

REFERENCIAS

Altafin, I. (2007) Reflexões sobre o conceito de agricultura familiar. UNB, São Paulo.

Barbanti, O. (2017) Mudanças climáticas, agricultura e segurança alimentar: um caminho para o desastre.1a. Ed. FES Brasil, São Paulo.

Barbieri, R.L.; Stumpf, E.R.T. (2008) Origem e evolução de plantas cultivadas. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília.

Bevilaqua, G.A.P.; Antunes, I.F.; Barbieri, R.L.; Schwengber, J.E.; Silva, S.D.A.; Leite, D.L.; y otros (2014) Agricultores guardiões de semillas e ampliação da agrobiodiversidade. Cadernos de Ciência & Tecnologia 31(1):99-118.

Borges, J.C. (2014) Feira Krahô de Semillas Tradicionais: Cosmologia, história e ritual no contexto de um projeto de segurança alimentar. Dissertação (Mestrado em Antropologia Social). Universidade de Brasília, Brasília.

Brasil (1994) Decreto Legislativo nº 2, de 3 de fevereiro de 1994. Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica. Diário do Congresso Nacional (Seção II) de 08/02/1994, pp. 500-510. http://www.mma.gov.br/informma/item/7513-conven %C3 %A7 %C3 %A3o-sobre-diversidade-biol %C3 %B3gica-cdb. Acceso em 15/09/2017.

Brasil (2000) Ministério do Meio Ambiente. Portal Eletrônico. https://www.mma.gov.br/biodiversidade/conservacao-e-promocao-do-uso-da-diversidade-genetica/agrobiodiversidade/conserva %C3 %A7 %C3 %A3o-in-situ,-ex-situ-e-on-farm. Acceso em 08/05/2020.

Brasil (2006) Senado Federal. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11326.htm. Acceso em 03/10/2018.

Brasil (2019) Secretaria de Agricultura Familiar e Cooperativismo. Subsecretaria de Reordenamento Agrário: Crédito fundiário. http://www.mda.gov.br/sitemda/node/24845. Acceso em 19/06/2019.

Bustamante, P.G.; Dias, T.A.B. (2014) Segurança alimentar e agrobiodiversidade. Reforma Agrária 1:67.

Cardoso, I.M.; Franco, F.; Guijt, I.M.; Carvalho, A.F.; Ferreira Neto, P.S. (2001) Continual learning for agroforestry system design: University, NGO and farmer partnership in Minas Gerais, Brazil. Agricultural Systems 69(3):235-257.

Cardoso, I.M.; Ferrari, E.A. (2006) Construindo o conhecimento agroecológico: trajetória de interação entre ONG, universidade e organizações de agricultores. Revista Agriculturas 3(4):28-32.

Carneiro, P.A.S.; Matos, R.E.S. (2010) Geografia histórica da ocupação da Zona da Mata mineira: acerca do mito das «áreas proibidas». In: Anais do X Seminário sobre Economia Mineira, Diamantina. SEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte.

Clement, C.R; Rocha, S.F.R.; Cole, D.M.; Vivan, J.L. (2007) Conservação on farm. In: Nass, L.L. (ed.) Recursos Genéticos Vegetais. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, pp.511-543.

CTA (2018) Centro de Tecnologias Alternativas da Zona da Mata. Intercâmbios agroecológicos: uma proposta de metodologia. https://issuu.com/centrodetecnologiasalternativasdazo/docs/folder_-_agroecologia__2_?fbclid=IwAR3vGFo1p19vASqdf80MdikeoVYep4AlEpa_ZhdYg0hOSxbJwE7DPRnq2xA. Acceso em 19/11/2018.

Ferrari, E.A. (2010) Agricultura familiar camponesa, Agroecologia e estratégias de reprodução socioeconômica. Dissertação (Mestrado em Extensão Rural), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

FJP (2003) Fundação João Pinheiro. Centro de Estatística e Informações. Perfil demográfico do Estado de Minas Gerais. Belo Horizonte. http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman/cei/perfil-demografico-de-minas-gerais/108-perfil-demografico-do-estado-de-minas-gerais/file. Acceso em 19/06/2019.

IBGE (2006) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo agropecuário 2006. IBGE, Rio de Janeiro. https://www.biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf. Acceso em 05/08/2018.

Machado, A.T; Santilli, J; Magalhães, R.A. (2008) A agrobiodiversidade com enfoque agroecológico: implicações conceituais e jurídicas. Embrapa Informações Tecnológicas, Brasília.

Maluf, R.; Menezes, F.; Marques, S. (2001) Caderno segurança alimentar. Fondation Charles Léopold Mayer pour le Progrès de l'Homme, Red Agriculturas Campesinas, Sociedades y Globalización (APM), Montpelier.

Mazoyer, M.; Roudart, L. (2010) História das agriculturas do mundo: do Neolítico à crise contemporânea. Edunesp, São Paulo; MEAD, Brasília.

Menasche, R.; Marques, F.C.; Zanetti, C. (2008) Autoconsumo e segurança alimentar: a agricultura familiar a partir dos saberes e práticas da alimentação. Revista de Nutrição 21:145-158.

MMA (2006) Ministério do Meio Aambiente. Agrobiodiversidade e diversidade cultural. MMA/SBF, Brasília (Série Biodiversidade, nº 20).

Moreira, V.D.L.; Breno, M.; Dayrell, L.S.; Carneiro, J.J. (2009) Intercâmbios para troca de saberes – fortalecendo a agroecologia na Zona da Mata de Minas Gerais. Revista Brasileira de Agroecologia 4(2): 3212-3215.

Netto, M.M.; Diniz, A.M.A. (2006) A formação geohistórica da Zona da Mata de Minas Gerais. Raega - O Espaço Geográfico em Análise 12:21-34.

Nodari, R.O.; Guerra, M.P. (2015) A agroecologia: estratégias de pesquisa e valores. Estudos Avançados 29(83):183-207.

Oakley, E. (2004) Quintais domésticos: uma responsabilidade cultural. Agriculturas 1(1):37-39.

ONU (1992) Organização das Naçoes Unidas. Declaração do Rio de Janeiro sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (Declaração do Rio), adotada de 3 a 14 de junho de 1992.

Pereira, V.C.; López, P.A.; Dal Soglio, F.K. (2017) A conservação das variedades crioulas para a soberania alimentar de agricultores: análise preliminar de contextos e casos no Brasil e no México. Holos 4:37-55.

Pandolfo, M.C.; Pandolfo, E.P.; Ballivián, J.M.P.; Souza, J.C.D.; Cassol, S.P. (2014) Guardiões da agrobiodiversidade: estratégias e desafios locais para o uso e a conservação das semillas crioulas. Agriculturas 11(1):24-27.

Ploeg, J.D. van der (2003) The virtual farmer: past, present and future of the Dutch peasantry. Royal Van Gorcum, Assen.

Ploeg, J.D. van der (2006) O modo de produção camponês revisitado. In: Schneider, S. (Org.). A diversidade da agricultura familiar. UFRGS, Porto Alegre, pp.13-54.

Sandeville Júnior, E. (2005) Paisagem. Paisagem e Ambiente 20:47-59.

Santilli, J. (2012) A Lei de Semillas brasileira e os seus impactos sobre a agrobiodiversidade e os sistemas agrícolas locais e tradicionais. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas 7(2):457-475.

Santilli, J.; Emperaire, L. (2006) A agrobiodiversidade e os direitos dos agricultores tradicionais. In: Ricardo, C.A.; Ricardo, F. (Orgs.). Povos indígenas no Brasil: 2001/2005. Instituto Socioambiental, São Paulo, pp.100-103.

Schmitt, C.; Monteiro, F.T.; Fernandes, G.; Soldati, G.; Melgarejo, L.; Bittencourt, N.; Martins, P. (2018) Agro-sócio-biodiversidade: direitos, democracia e agroecologia no campo e na cidade. Articulação Nacional de Agroecologia e Terra de Direitos. Fundação Heinrich Böll e Heks, Rio de Janeiro.

Siliprandi, E. (2006) Políticas de segurança alimentar e papéis de gênero: desafios para a mudança de modelos de produção e consumo. Revista Brasileira de Agroecologia 1(1) 2006. http://revistas.abaagroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/6139. Acceso em 06/10/2019.

Siqueira, H.M. (1994) A reprodução dos produtores familiares e a tecnologia alternativa: o caso do milho. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.

Soares, A.C.; Machado, A.T.; Silva, B.M.; Von Der Weid, J.M. (Orgs.) (1998) Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade. AS-PTA, Rio de Janeiro.

Souza, H.N.; Cardoso, I.M.E.F.; Oliveira, G.B.; Gjorup, D.F.; Bonfim, V.R. (2012) Learning by doing: a participatory methodology for systematization of experiments with agroforestry systems, with an example of its application. Agroforestry Systems 85:247-262.

Veasey, E.A.; Piotto, A.; Nascimento, W.F.; Rodrigues, J.F.; Mezette, T.F.; Borges, A., et. al. (2011) Processos evolutivos e a origem das plantas cultivadas. Ciência Rural 41:1218-1228.

Zanelli, F.V. (2015) Educação do campo e territorialização de saberes: contribuições dos intercâmbios agroecológicos. Dissertação (Mestrado em Educação), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

Zanelli, F.V.; Silva, L.H.; Miranda, E.L.; Cardoso, I.M. (2013) Intercâmbios agroecológicos: encontros entre educação do campo e agroecologia na Zona da Mata, MG. In: Resumos do Seminário Nacional de Educação em Agroecologia-Construindo princípios e diretrizes, Recife.

Zanelli, F.V.; Lopes, A.S.; Cardoso, I.M.; Fernandes, R.B.A.; Silva, B.M. (2015) Intercâmbios agroecológicos: aprendizado coletivo. Informe Agropecuário. Agricultura orgânica e agroecologia 36(287):104-113.

Zanelli, F.V.; Silva, L.H. (2017) Intercâmbios agroecológicos: processos e práticas de construção da agroecologia e da educação do campo na zona da mata mineira. Perspectiva 35(2):638-657.

CAPÍTULO 12

MANEJO DE VARIEDADES TRADICIONALES DE MAÍZ: LA EXPERIENCIA DE LOS AGRICULTORES INDÍGENAS GUARANÍ-KAIOWÁS EN MATO GROSSO DO SUL

Aceptado: 03/11/2020

Marta Hoffmann
Ingeniera Forestal
Máster en Agroecología
Especialista em Educación del Campo
Agente Fiscal de Medio Ambiente de la Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano da Prefeitura Municipal
Campo Grande, Mato Grosso do Sul

José Ozinaldo Alves de Sena
Ingeniero agrónomo
Máster en Fertilidad del Suelo
Especialista en Suelos Tropicales y doctor en Suelos y Nutrición de Plantas
Profesor asociado del Departamento de Agronomía de la Universidad Estadual de Maringá
Maringá, Paraná Brasil

En el estado de Mato Grosso do Sul, la mayoría de las comunidades agrícolas familiares utilizan cultivos comerciales para plantar, especialmente los cultivos del tipo *Sempre verde*, *AL-Bandeirantes* y *Sol nascente*. La razón del uso de estos cultivos comerciales por parte de los agricultores se relaciona con el buen rendimiento obtenido, los precios asequibles, la pérdida o merma de semillas de variedades de maíz tradicionales que cultivaron en años anteriores, y un mayor acceso a los cultivos mencionados a través de programas institucionales. Sin embargo, en algunas unidades de producción familiar, generalmente en asentamientos de reforma agraria y comunidades indígenas, todavía es posible encontrar cultivos de variedades tradicionales de maíz, implantadas con semillas producidas en sistemas locales, también conocidos en Mato Grosso do Sul como «maíz cobertizo» (Ceccon y Ximenes, 2007).

En el estado de Mato Grosso do Sul, muchas variedades tradicionales de maíz están estrechamente vinculadas con la existencia de comunidades agrícolas familiares, siendo parte de su vida social, cultural y religiosa. Este cereal tiene una presencia obligatoria en los campos de los campesinos indígenas guaraní-kaiowás, porque además del consumo humano, es el alimento principal de los animales de producción. El grupo kaiowá siempre se ha destacado como un pueblo agricultor, entendido en los ciclos de la tierra, los mejores suelos y las variedades de mandioca, porotos, calabaza y maíz. Cultivan su comida desarrollando una relación espiritual con ella. Para estas personas, la supervivencia del ser humano radica en la capacidad de comprender la dinámica de la naturaleza y no dominarla. Por lo tanto, la relación con los animales y las plantas, así como la conservación de los recursos naturales, están asociadas con las prácticas en todas las dimensiones (Colman y Brand, 2008).

La agricultura practicada por los kaiowás era itinerante, por lo que talaban, quemaban y

cultivaban, y después de dos o tres años, se mudaban a otro espacio, permitiendo que la tierra se recuperara. La disponibilidad de espacio y la vegetación densa hicieron posible esta alternativa. Este sistema, conocido como agricultura coivará, evitó el agotamiento de los recursos del suelo, prescindiendo del trabajo sistemático para combatir las plagas y permitiendo la rápida recuperación de la vegetación nativa. Sin embargo, junto con la agricultura, había otros recursos de los que los kaiowás dependían para el autoconsumo, como la caza de varios animales, la pesca, que era abundante, la recolección de frutas y plantas alimenticias, con énfasis también en la colección de miel de abejas nativas, que enriqueció su comida.

En las comunidades indígenas guaraní-kaiowás, las variedades tradicionales de maíz son tan expresivas que Schaden (1974) ya las consideraba como las sociedades del maíz. El ciclo de vida religiosa, al lado de las diversas actividades de subsistencia, acompaña en particular las diferentes etapas de la cultura del maíz. Las variedades tradicionales son importantes en la comida, la cocina y otras tradiciones culturales, como festividades, ceremonias e intercambios entre pueblos. Uno de los festivales más importantes es el Festival del Maíz Verde (*Avatí kyry*), incluso conocido como Bautismo de Maíz. En esta celebración se hace la bendición del maíz y otras frutas de la primera cosecha, lo que significa la apertura al consumo de la producción. El dueño del maíz, Jakair*á*[1], es una deidad importante y de referencia que confirma la estrecha relación entre el mundo de los humanos, la naturaleza y lo sobrenatural.

Cabe señalar que Schaden (1974) ya había catalogado alrededor de ocho variedades de maíz con diferentes características cultivadas por los guaraní-kaiowás. Algunas eran de bajo crecimiento, otras variedades tenían espigas alargadas y el color de los granos variaba: blanco, amarillo, rojo y pintado (con granos amarillos y rojos en mezcla). De todas estas variedades, destaca el interés etnológico en el maíz *Avatí morotí* o *Saboró branco*, de gran altura y grano blanco, el favorito para hacer chicha[2].

Sin embargo, el avance de la frontera agrícola en Mato Grosso do Sul, especialmente en la década del 70, y la intensificación de la cultura blanca llevaron a la pérdida de muchas variedades tradicionales de maíz previamente cultivadas en las áreas del guaraní-kaiowá. Con el progreso de los agronegocios y la introducción de tratamientos culturales diferenciados, el maíz, así como otras especies cultivadas en los campos, ha experimentado procesos de hibridación y pérdida de diversidad

1 Siendo un ser espiritual, una deidad que posee la forma de ser maíz.

2 La chicha es una bebida fermentada que, según el kaiowá de la aldea Panambizinho, es baja en alcohol. La tarea de preparar chicha es para las mujeres. Se toma una cantidad de grano de maíz, dependiendo de la cantidad de chicha a preparar, se tritura y se muele en una maja o machacada, y se coloca en agua, dentro de recipientes grandes. Después de dos o tres horas, las mujeres ponen los granos suavizados en la boca, los mastican poco a poco y los devuelven a un recipiente con agua. Se hierve durante tres o cuatro horas; luego de retirarla del fuego, dejan que la bebida se enfríe y la filtran en un paño: la chicha estará lista.

genética (Schaden, 1974; Silva y Dias, 2011; Teixeira, 2008).

No obstante, aun con el avance del agronegocio o la agricultura comercial, los guaraní-kaiowás permanecen organizados en movimientos para regresar a sus tierras tradicionales, un lugar conocido por ellos como *Tekoha*[3]. El regreso de los kaiowás a sus territorios significa volver a su lugar sagrado, cerca de sus antepasados, en busca de un mundo del «buen vivir»[4]. Este proceso de resistencia del guaraní-kaiowás incluye la conservación de las variedades tradicionales de maíz en los sistemas de cultivo locales que contribuyen significativamente a su soberanía alimentaria.

METODOLOGÍA UTILIZADA PARA INFORMAR LA EXPERIENCIA

Este informe de experiencia popular muestra los métodos de manejo y conservación de variedades tradicionales de maíz adoptados por los agricultores familiares indígenas guaraní-kaiowás, en la aldea Panambizinho, municipio de Dourados, en el estado de Mato Grosso do Sul (Mato Grosso del Sur).

La experiencia popular que será descrita fue parte del trabajo de investigación mencionado, en el que cuatro familias de agricultores guaraní-kaiowás de la aldea Panambizinho fueron entrevistadas y describieron las prácticas culturales adoptadas para la conservación y el manejo de variedades tradicionales de maíz en las siguientes etapas de desarrollo de dichas variedades: la semilla; la preparación del suelo; la siembra de maíz; el tratamiento cultural; la selección de germoplasma; la cosecha y los usos del maíz, y el almacenamiento de germoplasma. Para realizar estas entrevistas, se estableció contacto previo con los líderes locales, y luego con las familias involucradas en la actividad. Para realizar el trabajo se utilizaron materiales como: grabadora de audio, cuaderno de campo y cámara.

La aldea Panambizinho está ubicada en el distrito de Panambí, en Dourados/MS. Según Anastácio Peralta, uno de los líderes locales que reside en esta aldea, el nombre *panambizinho* significa «pequeña mariposa». De acuerdo con FUNAI y Valdomiro Aquino, líder local, el pueblo Panambizinho tiene actualmente un área de 1,272,8035 hectáreas y alberga a alrededor de 500 personas. A principios de la década de 1910, Chiquito Pedro (*Pa'i Chiquito*[5]) llegó a la región de Panambí con

3 Tekoha Kaiowá se define como el espacio legítimo para realizar rituales, canciones y bailes, las liturgias que producen cosmogonía en la vida guaraní (Pereira, 1995). Es el espacio necesario para vivir, plantar y desarrollarse, es el lugar donde los kaiowá circulan y viven de acuerdo con sus costumbres y tradiciones.

4 El mundo del buen vivir para los kaiowá es, según Crespe (2015), un mundo marcado por la disponibilidad de espacio, comida, fiestas, reciprocidad y solidaridad.

5 Según Maciel (2012), entre los kaiowás, el chamán sería la figura del creador de la formación social del ser humano, que instituye las relaciones sociales en la forma de ser. El mundo kaiowás necesita ser creado y recreado constantemente por el chamán, despertando en las personas y en las plantas el deseo de afirmar su existencia. Los chamanes son responsables de la existencia de todo y lo hacen negociando con seres divinos. Así, muchos indígenas afirman ser Chiquito Pedro, el chamán *Pa'i Chiquito*, responsable de la creación de la

aproximadamente 20 o 30 personas que querían un lugar para vivir, o más bien, fundar un *tekoha*. Rezó durante tres días sin parar y recibió la respuesta divina de que el lugar para vivir era donde está hoy la tierra indígena de Panambizinho. Entonces, envió la noticia a sus familiares de que iban a construir sus casas en este lugar, pero los familiares no estuvieron de acuerdo, porque no había agua. Él les pidió que rezaran allí durante dos días. Cuando terminó el tiempo de la oración, envió gente a ver las tierras bajas, y pronto regresaron estos para informar que había aparecido una gran mina de agua. Esto confirmó la señal que Pa'i Chiquito esperaba, y que el *tekoha* se crio en el acto (Maciel, 2012).

Cuando se llevó a cabo el proyecto de colonización del gobierno de Getulio Vargas y se creó la Colonia Agrícola Nacional de Dourados (CAND) en 1943, los indígenas de la aldea de Panambizinho fueron presionados para mudarse a la Reserva Indígena de Dourados; sin embargo, la gran mayoría se resistió y permaneció en la zona de la aldea. Los indígenas que permanecieron en el área de Panambizinho se quedaron en dos parcelas, con un área total de 60 hectáreas, de la entonces Colonia Agrícola de Dourados. En este lugar también estaba la mina de agua que apareció y se mencionó en el informe kaiowá, después de las oraciones de Pa'i Chiquito. Los kaiowás vivieron en estos dos lotes durante 50 años. En 2004, la Tierra Indígena Panambizinho se regularizó y los kaiowás regresaron a sus territorios originales (Vietta, 2007; Maciel, 2012).

Actualmente, en la aldea Panambizinho, muchas familias mantienen el antiguo modelo de organización de residencias, basado en familias extensas, donde las casas se construyen una cerca de la otra. En una de ellas vive siempre una pareja de ancianos, y en las demás sus hijos, hijas, yernos, nueras, nietos y nietas, incluso sobrinos o sobrinas. Hoy en día, unas pocas casas están hechas de paja, material típico utilizado por los kaiowás para construir las viviendas. En general, las chacras están cerca de los hogares. Cultivan boniato (camote), maíz, sandía, porotos, calabaza, caña de azúcar, plátanos y mandioca. En algunas casas se crían cerdos y gallinas. Hay una división de tierras para cada familia, de modo que cada una siembra los productos básicos para el autoconsumo. Cuando los productos están listos para la cosecha, hacen una donación a quienes aún no los tienen, siempre realizando intercambios (Maciel, 2012).

PRINCIPALES RESULTADOS LOGRADOS

Las cuatro familias de agricultores indígenas guaraní-kaiowás entrevistadas administran y conservan tres variedades tradicionales de maíz, a saber: *Saboró amarelo*, *Saboró branco* (*Avati moroti*) y *Tupí*. En el grupo encuestado, el 75 %

Tierra Indígena Panambizinho. Terrenos que, después del decreto de homologación, se registraron en documento público a nombre de la Unión y en la Secretaría del Patrimonio Federal.

de las familias tienen hombres y mujeres responsables de la conservación de las variedades tradicionales de maíz, y el 25 % tienen únicamente hombres como responsables de dicha tarea. La variedad *Saboró amarelo* es preservada por dos familias; una de ellas recibió la semilla de esta variedad de otras familias indígenas que vivieron en el pueblo de Panambizinho durante 20 años, mientras que la otra recibió la variedad por herencia familiar. La variedad de maíz *Saboró branco* (*Avatí moroti*) es preservada por tres de las familias entrevistadas, y las tres informaron que recibieron esta variedad como herencia familiar. Por su parte, la variedad de maíz *Tupí* es preservada por una de las familias entrevistadas, que la obtuvo de otras familias en el pueblo. De las cuatro familias entrevistadas, solamente una de ellas sabía cómo calcular el tiempo que hace que conserva una de las variedades tradicionales de maíz.

La semilla

Las semillas de las variedades tradicionales de maíz aparecen, durante los informes, en relación con la producción de alimentos tradicionales, la garantía de abundancia de alimentos, los recuerdos y las historias de cada comunidad. Para las familias de agricultores indígenas guaraní-kaiowás, el maíz *Saboró branco* es un alimento sagrado, cultivado por los ancestros de las comunidades. Este maíz es parte de su cultura religiosa y está directamente relacionado con su identidad y existencia.

Preparación del suelo

Los agricultores familiares guaraní-kaiowás preparan el suelo de manera convencional, con dos operaciones de preparación y nivelado. Estas familias informan la práctica del «Bautismo de la Tierra» después de la preparación del suelo, como forma de proteger las plantaciones del ataque de plagas y la aparición de enfermedades.

Las familias no mencionaron el uso de fertilizantes orgánicos o inorgánicos, ni la aplicación de piedra caliza en las áreas plantadas. Cuando se les preguntó acerca de esta práctica, destacaron la realización del ritual del Bautismo de la Tierra[6] como una forma de proteger y mejorar el suelo, además de garantizar el buen desarrollo de las plantas y la salud del medioambiente en general.

6 El Bautismo de la Tierra es un ritual que tiene lugar en junio, el comienzo del año agrícola para los kaiowás. En este ritual, la oración de la comunidad kaiowá está llamada a hacer una oración específica para que la tierra sea saludable. De esta manera, la planta también tendrá salud, no será atacada por plagas ni enfermedades. La oración conecta a la comunidad con seres espirituales, para que continúen protegiendo la tierra, las plantas, los animales y las semillas (Crespe, 2015).

Siembra del maíz

En las unidades de producción de las familias campesinas guaraní-kaiowás, la siembra se realiza durante tres meses del año: agosto, setiembre y octubre, con base en el calendario guaraní-kaiowá, que considera al maíz *Saboró branco* (*Avatí moroti*) su principal referencia. Esta variedad de maíz rige el calendario agrícola y religioso de este grupo indígena, siendo considerada una planta sagrada porque, según la cultura, la variedad fue dejada por Jakair*á* para que no falte comida para estas personas.

En las familias guaraní-kaiowás, las áreas utilizadas para plantar variedades tradicionales de maíz varían de 0,1 a 1 hectárea. Las plantaciones se realizan en áreas pequeñas y se intercalan con variedades de poroto (*Phaseolus* sp.), arroz (*Oryza* sp.), mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.), plátano (*Musa* spp.), *maxixe* (*Cucumis anguria*), papaya (*Carica papaya* L.), calabaza (*Cucurbita* spp.), boniato (*Ipomoea batatas*) y sandía (*Citrullus lanatus*). Los granjeros usan el sonajero de la sembradora como una herramienta para plantar. En la entrevista, una de las familias también destaca el uso de *saraquá*[7] para plantar maíz *Saboró branco*, de modo que cuando se usa esta herramienta, se insertan solo dos semillas por hoyo. El espacio utilizado en las plantaciones solamente fue mencionado por una de las familias entrevistadas, que informa la distancia entre las plantas por medio de pasos, con un paso y medio, equivalente a 1,20 metros, y la distancia entre líneas con dos pasos, equivalente a 1,60 metros. Con esta distancia entre las plantas y las líneas la familia señala que puede insertar otros cultivos junto con el maíz, especialmente mandioca y calabaza (Figura 12.1).

De las familias entrevistadas, el 75 % usan variedades tradicionales de maíz para consumo humano, y solo el 25 % de ellas lo utilizan como alimento para sus animales. Las etapas que involucran el período de siembra y cosecha de maíz están acompañadas por un ciclo de rituales y oraciones, destacando las ceremonias del Bautismo de la Tierra y el Bautismo del Maíz, que expresan la interdependencia entre la organización económica, social y religiosa.

Las familias de agricultores guaraní-kaiowás mencionaron que la siembra de variedades tradicionales de maíz ocurre de acuerdo con las características de cada variedad, y que la preferencia por una u otra variedad se debe al uso. Fue a través de la experiencia práctica y los experimentos que llevan a cabo en sus propiedades que los agricultores aprendieron qué variedades son más resistentes a las plagas y las enfermedades, las mejores para la alimentación animal, la producción de alimentos y la alimentación humana.

7 Herramienta de madera utilizada para sembrar maíz. Básicamente consiste en una varilla de madera con una punta para perforar la tierra.

Figura 12.1. Sistema de consorcio de maíz *Saboró branco* con pepinillo y mandioca en aldea Panambizinho.

Foto: Hoffmann (2016).

Cultivo

Los agricultores guaraní-kaiowás informaron que el control de las plantas espontáneas en el cultivo de variedades tradicionales de maíz se lleva a cabo mediante desmalezado manual. Las familias no mencionaron el uso de ningún tipo de insumo químico para el control de plagas en cultivos de maíz; se citó el ritual del Bautismo de la Tierra por parte de todas las familias como una forma de proteger los cultivos del ataque de plagas y enfermedades.

Selección de germoplasma

Los agricultores entrevistados declararon que hacen la selección del germoplasma que se utilizará en la siguiente cosecha de las espigas. Ninguna familia informó que llevara a cabo la selección de material genético de plantas, es decir, con maíz todavía en los campos. Las familias enfatizan que la selección se realiza con base en las espigas más hermosas, bien rellenas, y con el extremo superior cerrado, evitando la entrada de insectos. Al seleccionar los granos, observan si son saludables, sin evidencia de ataque de insectos, y descartan aquellos atacados por insectos, así como también los granos en los extremos de la espiga. El maíz utilizado para la semilla se trilla y se coloca en botellas pet.

Cosecha y uso del maíz

La cosecha del maíz es reportada por las familias guaraní-kaiowás como un período de alegría y abundancia, un momento en el que se preparan muchas comidas y celebraciones típicas, como el *Avatí Kyry* realizado por los guaraní-kaiowás. Las familias de agricultores han descrito que cosechan el maíz manualmente.

La cosecha de variedades tradicionales de maíz está destinada principalmente al consumo humano. El maíz maduro cosechado se usa para alimentar a los animales, así como para hacer harina, chicha y guardar para la próxima cosecha. Una de las familias entrevistadas destacó la plantación de la variedad tradicional de maíz *tupí* para la alimentación animal. Además de esta variedad, se mencionó la variedad comercial *AL-bandeirantes*, distribuida en las aldeas de Mato Grosso do Sul a través de una asociación con la Fundación Nacional Indígena (FUNAI) y la Agencia para el Desarrollo Agrario y la Extensión Rural (AGRAER/SEPAF). Esta variedad también se utiliza para alimentación animal y consumo humano.

Almacenamiento

Las familias guaraní-kaiowás informaron que el almacenamiento del maíz utilizado para hacer harina se realiza en botellas pet; mientras que el maíz para alimentar a los animales se conserva en la espiga. Las familias no informaron el uso de ningún método de purga para la conservación del maíz para la alimentación animal. Las semillas que se usarán en la próxima cosecha se almacenan en botellas de plástico desechables del tipo pet (Figura 12.2 A), en recipientes de vidrio y aun entre cenizas dentro de las botellas. Las botellas pet se depositan en estantes que se guardan dentro de habitaciones de la casa con poca luz y sin humedad. Aunque se recomiendan otros estudios para evaluar las condiciones de almacenamiento de semillas, los métodos informados en la investigación no se mencionaron como una razón para la pérdida de germoplasma. La conservación de semillas durante décadas a través de estos métodos de almacenamiento se ha transmitido de generación en generación, hecho que demuestra que la forma es efectiva en términos de preservación.

Con respecto a la conservación de semillas, las familias guaraní-kaiowás informaron que cuando las casas estaban hechas de paja, las espigas de maíz seleccionadas para la próxima siembra se colgaban sobre el lugar donde se encendía el fuego; con el tiempo, el hollín, al quemar leña, se adhería a las espigas, protegiéndolas del ataque de insectos y hongos. Con el reemplazo de la paja por casas de mampostería, algunas familias todavía mantienen esta técnica, pero gradualmente ha sido sustituida por el uso de botellas pet.

CONSIDERACIONES FINALES

La conservación de ciertas variedades tradicionales de maíz está vinculada a la vida de los agricultores indígenas guaraní-kaiowás, lo que representa diferentes significados. Estos agricultores manejan y conservan variedades tradicionales de maíz por razones relacionadas con la religión, la alimentación, el patrimonio familiar, la economía local, o porque entienden que las variedades de maíz tienen una relación intrínseca con su forma de vida y la existencia de sus comunidades.

Después de visitas de campo y entrevistas con los agricultores guaraní-kaiowás, se observa que, aunque hay un gran esfuerzo por conservar las variedades tradicionales de maíz, cada vez es más difícil realizarlo. Las áreas donde se siembra maíz transgénico están creciendo, y muy cerca de las áreas de siembra en las aldeas, causando contaminación frecuente de este material.

Los guaraní-kaiowás han sufrido durante mucho tiempo la pérdida de sus territorios tradicionales, como es el ejemplo de la comunidad Panambizinho, que estuvo restringida hasta 2004 a una superficie de solo 60 hectáreas, donde no había espacio de tierra propicio para que las familias hicieran chacras y plantaran semillas. Algunas familias conservaron semillas de variedades tradicionales de maíz, sembrándolas en pequeñas áreas cada año, lo que permitió guardar semillas para plantar al año siguiente y mantener la variedad de maíz *Saboró branco* hasta hoy. Sin embargo, muchas familias perdieron sus semillas de variedades tradicionales porque dejaron de plantar chacras debido al área reducida y el avance de la frontera agrícola. De esta manera, es posible entender que para los guaraní-kaiowás la conservación de las variedades tradicionales de maíz y otros cultivos está directamente relacionada con el mantenimiento de los territorios y la recuperación de las tierras sagradas, porque solo así podrán mantener vivas las prácticas que definen su identidad y sistemas agrícolas que permitan la conservación de esta agrobiodiversidad.

Las familias de agricultores indígenas informan el aumento creciente de insectos considerados plagas para los cultivos de maíz; proceso que ha ido en aumento, ya que, en las áreas adyacentes utilizadas para el monocultivo de maíz y soja, aumenta el uso de insecticidas. Con la eliminación de la vegetación nativa, los campos de maíz en las unidades de producción familiar son constantemente atacados por aves, que se mueven en busca de alimentos que hoy ya no encuentran en su entorno natural. Estos eventos se configuran como amenazas para la conservación de la agrobiodiversidad en las comunidades de agricultores familiares en Mato Grosso do Sul.

Asimismo, es posible ver que el estado de Mato Grosso do Sul carece de un foro amplio para las discusiones sobre la protección de la agrobiodiversidad y

el fortalecimiento de la agroecología. Lo que se podría hacer, de acuerdo con lo que sugiere Santilli (2009), con la creación de una nueva categoría de unidades de conservación: las reservas de agrobiodiversidad. Esta propuesta avanza hacia la lista de áreas prioritarias para la conservación de la agrobiodiversidad, en las que se restringirían actividades como la explotación de madera y minerales, obras de infraestructura, así como limitar el uso de pesticidas y otros químicos que contaminan los recursos hídricos y el suelo. En el marco de esta propuesta, se crearían reglas más estrictas de bioseguridad para evitar la posible contaminación por cultivos transgénicos. En este sentido, una alternativa que merece ser destacada es la creación de territorios agroecológicos, que, a partir de la articulación entre municipios, prevé la formación de estrategias para el mejoramiento de las capacidades técnicas, metodológicas, organizativas y políticas para ejecutar un proyecto de desarrollo rural en la región, basado en principios de sustentabilidad a través de la agroecología. Dentro de estos territorios, se pueden organizar sindicatos, cooperativas y asociaciones orientadas a las necesidades y demandas locales, como es el caso del Polo Borborema en el estado de Paraíba.

Con el despliegue del trabajo de investigación mencionado, fue posible comprender en el grupo de familias de agricultores indígenas guaraní-kaiowás que las prácticas de preservación en las diferentes etapas de desarrollo de las variedades tradicionales de maíz han garantizado la conservación de dichas variedades a lo largo del tiempo. Sin embargo, la falta de apoyo técnico especializado en las aldeas indígenas es visible. El diagnóstico de estas brechas en el proceso de gestión de las variedades tradicionales de maíz en las comunidades encuestadas fue un aspecto positivo de este trabajo de investigación, ya que reitera la necesidad de fortalecer las asociaciones existentes, así como la formación de nuevas asociaciones entre agricultores, universidades y agencias de extensión rural, la Fundación Nacional Indígena (FUNAI) y otras entidades de investigación. Estas asociaciones deben establecerse para construir mecanismos que defiendan el conocimiento y las prácticas de los agricultores, junto con sus variedades tradicionales de plantas cultivadas. Dentro de este proceso, los Bancos Comunitarios de Semillas Criollas y Casas de Semillas, como el que se ha construido en la aldea Panambizinho (Figura 12.2B), ahora tienen un papel clave para que los agricultores almacenen y protejan parte del germoplasma de las variedades tradicionales cultivadas; además de permitir que otros agricultores tengan acceso a variedades tradicionales de plantas cultivadas que hasta entonces no son manejadas o conocidas por ellos.

Figura 12.2.**A:** Almacenamiento de semillas de maíz *Saboró amarelo*, en aldea Panambizinho. **B:** Futura casa de semillas en aldea Panambizinho, Dourados/MS.

Foto: Hoffmann, 2016.

REFERENCIAS

Ceccon, G.; Ximenes, A.C.A. (2007) Sistemas de produção de milho safrinha em Mato Grosso do Sul. In: Anais do 9º Seminário Nacional de Milho Safrinha. Rumo à estabilidade. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados, pp. 86-92.

Crespe, A.C. (2015) Mobilidade e temporalidade Kaiowá: do tekoha à reserva, do tekoharã ao tekoha. Tese (Doutorado em História), Faculdade de Ciências Humanas, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados.

Colman, R.S.; Brand, A.J. (2008) Considerações sobre o território para os Kaiowá e Guarani. Tellus 8(15):153-174.

Maciel, N.A. (2012) História da comunidade Kaiowá da Aldeia Panambizinho (1920-2005). UFGD, Dourados.

Pereira, M.A.C. (1995) Uma rebelião cultural silenciosa: Investigação sobre os suicídios entre os Guarani. FUNAI, Brasília (Série: Índios do Brasil, 3).

Santilli, J. (2009) Agrobiodiversidade e direitos dos agricultores. Peirópolis, São Paulo.

Schaden, E. (1974) Aspectos fundamentais da cultura Guarani. Pedagógica/USP, São Paulo.

Silva, S.; Dias, T. (2011) Guardiãs e guardiões da agrobiodiversidade do povo indígena Krahô. In: Anais do VIII Simpósio Internacional de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe. SIRGEALC, Quito.

Teixeira, F.F. (2008) Milho cultivado no Brasil e banco de germoplasma – uma forma de classificação da variabilidade genética. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas (Comunicado Técnico n.155).

Vietta, K. (2007) Histórias sobre terras e xamãs Kaiowá: territorialidade e organização social na perspectiva dos Kaiowá de Panambizinho (Dourados, MS) após 170 anos de exploração e povoamento não indígena da faixa de fronteira entre o Brasil e o Paraguai. Tese (Doutorado em Antropologia Social), Universidade de São Paulo, São Paulo.

CAPÍTULO 13

SEMILLAS *DA PAIXÃO*: UNA EXPERIENCIA COLECTIVA Y TERRITORIAL DE CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN AGRESTE DE PARAÍBA

Aceptado: 03/11/2020

Gabriel Bianconi Fernandes
Ingeniero agrónomo
Doctor en Historia de las Ciencias y de las Técnicas y Epistemología
Asesor técnico del Centro de Tecnologías Alternativas da Zona da Mata
Viçosa, Minas Gerais, Brasil

Emanoel Dias da Silva
Ingeniero agrónomo
Máster en Ciencias del Suelo, Asesor Técnico de la AS-PTA (Agricultura Familiar y Agroecología)
Esperança, Paraíba, Brasil

Agreste de Paraíba es una región que se encuentra en el noreste de Brasil, y forma parte de la zona semiárida que en conjunto cubre el 18,2 % del territorio nacional y concentra el 35 % de las unidades agrícolas de las familias en el país, aproximadamente 1,5 millones de establecimientos (Silveira y otros, 2002). Desde un punto de vista ambiental, la región se caracteriza por una gran diversidad de ecosistemas y una marcada inestabilidad climática; hay allí diferentes formaciones del bioma caatinga, como brejo, agreste y curimataú (Silveira y otros, 2002). La precipitación pluvial anual promedio en los municipios que conforman el territorio de Borborema, en Paraíba, es de 600 mm en años regulares, con lluvias concentradas entre los meses de marzo y julio, en el período llamado invierno (Silva, 2014). En años irregulares, estos valores pueden disminuir considerablemente y el período de sequía prolongarse de forma severa, como ocurrió entre los años 2012 y 2016. Por lo tanto, buscando conciliar las oportunidades y las restricciones que ofrece el medio ambiente, las familias de agricultores de la zona desarrollan una serie de estrategias de coexistencia con la región semiárida, que tienen la cultura del *stock* (guardar o almacenar) como componente central. Para atravesar períodos de sequía, las familias organizan reservas de agua, alimentos, forraje y semillas. Algunas de estas se manejan colectivamente, como es el caso de las semillas.

LOS BANCOS DE SEMILLAS COMUNITARIOS (BSC) EN EL TERRITORIO DE BORBOREMA

Los primeros bancos comunitarios de semillas en el nordeste de Brasil son de la década de 1970 y surgieron con el apoyo de las Comunidades de Base Eclesiástica y la *Comissão Pastoral da Terra* (CPT). Esta iniciativa surgió de la necesidad de los trabajadores de organizarse para superar la dependencia de los terratenientes poseedores de semillas para plantar. También como resultado de este proceso, nacieron muchas asociaciones comunitarias. Algunos, sin embargo, fueron creados con fines de asistencia basados en las acciones de los políticos locales. En la década de 1980, la asociación entre los *Sindicatos de Trabalhadores Rurais* (STR) y los bancos de

semillas activos permitió revitalizar las asociaciones comunitarias que se habían vaciado debido a la falta de autonomía o por su propia dinámica. Posteriormente, desde principios de la década de 1990, estos bancos comenzaron a recibir el apoyo de ONG miembros de la Red PTA (*Projeto de Tecnologias Alternativas*), cuya intervención buscó mejorar la gestión de los BSC, mejorar la calidad física de las semillas, y promover la conservación de la diversidad local (Cordeiro y Almeida, 2002). En 1992, hubo al menos dos experiencias de bancos de semillas activos en la región. Hoy hay 62 BSC presentes en 12 municipios de la zona y un banco regional de semillas a cargo de suministrar a los bancos comunitarios, cuando es necesario, llamado *Banco Mãe* (banco madre o nodriza). Hay más de 1500 agricultores familiares involucrados en esta dinámica.

La red BSC (Figura 13.1) está articulada por el Polo de la Borborema, y es una organización de agricultura familiar que opera en este territorio y que reúne, además de los BSC, 14 STR, más de 200 asociaciones comunitarias, grupos de Fondos Rotatorios Solidarios, grupos de jóvenes y mujeres, una asociación de comercializadores agroecológicos (*Eco Borborema*) y una marca de productos agrícolas familiares (*Produtos do Roçado*).

Los BSC complementan y no reemplazan a los bancos familiares que los agricultores tradicionalmente mantienen en sus hogares, y que son los lugares en donde se encuentra la mayor diversidad de semillas. En 2016, en el punto álgido de la sequía prolongada, hubo familias que intentaron plantar sin éxito el mismo cultivo hasta tres veces, consumiendo así sus reservas de semillas domésticas. La irregularidad de las lluvias durante el período no pudo garantizar las cosechas. Es por ello que las semillas almacenadas en los BSC sirven en estos casos como un mecanismo de seguridad para el abastecimiento, ya sea para evitar que se pierda la diversidad o para proporcionar semillas de calidad en el momento adecuado a las familias cuyas plantaciones no han dado el resultado esperado. Al mismo tiempo, fue durante este período que hubo un aumento en la entrada de maíz transgénico en la región, debido a la caída en la producción de granos.

De esta manera, la red de los BSC ha desempeñado un papel fundamental en el mantenimiento de la diversidad y los volúmenes de variedades locales almacenadas, incluso asegurando que las variedades perdidas en un lugar se intercambien con otros bancos, reduciendo los riesgos de pérdida de semillas que podrían consumirse como alimento en años de sequía cuando se almacenan en casas individualmente.

Al acceder a un BSC, el agricultor obtiene una cierta cantidad de semillas para plantar, y al final del ciclo devuelve esa cantidad con un cierto aumento, según lo definido por los socios del banco. El mantenimiento de una red activa de bancos de semillas también ha favorecido la cohesión social de las familias en las comunidades rurales (Silva y otros, 2017a).
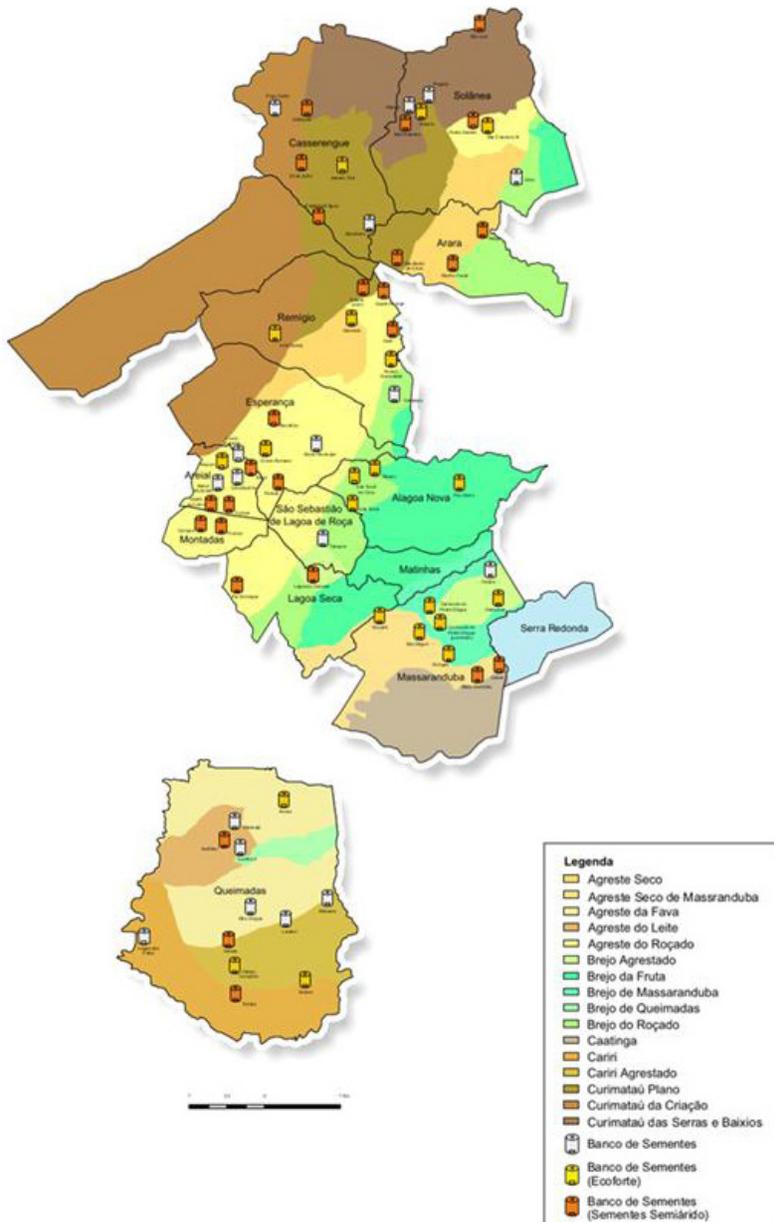
Figura 13.1. Red de bancos comunitarios de semillas en el territorio de Borborema, Paraíba.

Fuente: ASPTA.

ARTICULACIÓN EN RED Y COLABORACIONES EN EL TERRITORIO

El Polo de la Borborema está organizado con base en comisiones temáticas

que movilizan actividades de capacitación en las comunidades, los municipios y el estado. Estas comisiones se repiten en los municipios y en la organización del equipo técnico de AS-PTA, una ONG asociada que ha asesorado al Polo desde principios de la década de 1990. Los temas movilizadores que definen la agenda de las comisiones se identificaron en diagnósticos participativos llevados a cabo en las últimas tres décadas a partir de la asociación Polo - AS-PTA. Uno de los temas principales para la agricultura familiar en la región identificado en este proceso fue el de las semillas criollas y las estrategias para su conservación, que en la región se llaman semillas *da paixão* (semillas de la pasión).

La Comisión Regional de Semillas del Polo de la Borborema cumple la función de articular a los BSC, manteniendo la animación de un proceso continuo de reuniones, actividades de capacitación y comunicación en el ámbito territorial. Con este fin, mantiene una dinámica de reuniones en los municipios y las comunidades, movilizando a representantes de los bancos de semillas y las familias de agricultores. El Polo también celebra reuniones mensuales de la Comisión de Semillas, buscando mantener la unidad en torno al trabajo de preservar las semillas *da paixão*. Al comienzo de cada año, la Comisión define su planificación de actividades prioritarias para el período, y al final del año generalmente se realiza un gran evento para evaluar y monitorear las acciones llevadas a cabo.

Desde el punto de vista estatal, la Red de Semillas ASA Paraíba (Articulación de la Región Semiárida) tiene como espacio principal la *Fiesta Estadual da Semente da Paixão*. Incluye redes y organizaciones de todas las regiones del estado (*Agreste, Cariri oriental y ocidental, Curimataú, Seridó, Médio y Alto Sert*ão) y talleres, actividades de capacitación y un evento público. En 2019, se celebró la octava edición de la fiesta estatal que, por regla general, se realiza cada dos años, de manera itinerante entre las regiones que forman parte de la Red, y se invita a los gerentes y las autoridades públicas, que reciben las demandas del movimiento. En las fiestas, los agricultores también intercambian y venden sus semillas, la Red de Semillas ASA realiza una evaluación de la trayectoria reciente y describe las estrategias principales, generalmente divulgadas a través de una carta política. Las organizaciones, los investigadores, los estudiantes y los socios de otros estados del noreste y también de otras regiones del país generalmente participan en la *Fiesta Estadual da Semente da Paixão*.

INCIDENCIA POLÍTICA

La actuación política de las organizaciones agrícolas familiares en la región se ha organizado históricamente en dos frentes principales. Por un lado, cuestionar las acciones y las propuestas de las autoridades públicas que perjudican la autonomía

de los agricultores y que van en contra de la agroecología. Por otro lado, presentar propuestas de políticas para el desarrollo de la agricultura familiar en la región con base en las lecciones y las experiencias desarrolladas en las últimas tres décadas.

Esta trayectoria de influencia política ganó impulso entre 2003 y 2015, cuando la sociedad civil brasileña experimentó un período de gran apertura al diálogo con el Gobierno. Para el campo agroecológico, esto significó una intensa participación social en la construcción de políticas públicas, especialmente a nivel federal (Sambuichi y otros, 2017). Sin embargo, a partir de 2016, con el colapso del proceso democrático en el país, esta trayectoria se interrumpió, las principales políticas que se habían logrado tenían sus presupuestos radicalmente reducidos y muchos espacios de participación perdieron fuerza.

A pesar del desmantelamiento acelerado de las políticas públicas, las organizaciones de agricultura familiar en el noreste, especialmente después de la acción de la Articulación de la Región Semiárida Brasileña (ASA Brasil), acumularon una serie de nuevos conocimientos, como resultado de la experiencia de ejecutar y monitorear grandes programas públicos, como el Programa 1 Millón de Cisternas (P1MC) y el Programa 1 Tierra y 2 Aguas (P1+2).

El P1MC y el P1+2 fueron financiados con recursos del Gobierno federal, pero su implementación fue asumida por ASA Brasil, en un grupo de aproximadamente tres mil organizaciones en toda la región semiárida. Por lo tanto, además de lograr los resultados esperados (mayor autonomía en el acceso al agua y la producción de alimentos), esta experiencia fortaleció la capacidad de gestión de las organizaciones, así como una cultura de trabajo en red e intercambio de experiencias. Estos son logros estructurales que hoy son parte de las organizaciones. Con el desarme de las políticas públicas federales, estos aprendizajes se han canalizado a la incidencia con los consejos municipales, las cámaras de concejales, los ayuntamientos y también el Gobierno estatal. La demanda central es la asignación de recursos para la compra de semillas *da paixão*, en lugar de semillas comerciales, para la donación a los agricultores familiares.

RESULTADOS

Red de Bancos Comunitarios de Semillas en el territorio de Borborema

La sequía que duró entre 2012 y 2016 planteó una serie de desafíos para la conservación de las semillas *da paixão* en el territorio de Borborema. Las estrategias definidas por los BSC en el ámbito de la movilización promovida por la Comisión de Semillas de Polo se organizan en cuatro ejes principales: (i) capacitación y movilización; (ii) articulación; (iii) procesamiento y comercialización, y (iv) impacto

político. Estos ejes y sus respectivas estrategias responden a las hipótesis desarrolladas por Cordeiro y Almeida (2002), basadas en diagnósticos participativos realizados en la región en la década de 1990, como se muestra en la Tabla 13.1.

Con respecto a la diversidad gestionada y conservada (hipótesis (i)), el monitoreo de los BSC en la red del Polo de Borborema realizado en 2016 por el Polo y el AS-PTA identificó 120 variedades de 27 especies, como se muestra en la Figura 13.2. Estos datos pueden ser el resultado de un mayor flujo de semillas de los bancos familiares a los bancos comunitarios, así como la redención de variedades que se habían perdido. El aumento en este flujo se atribuye al fortalecimiento de los espacios organizativos, su gestión transparente y participativa, su mejor estructuración y el creciente compromiso y conciencia de los agricultores en relación con los BSC.

El hecho de que esta diversidad depositada en los bancos comunitarios ocurriera en el apogeo de una sequía prolongada reafirma la interpretación anterior. Ante la gran adversidad climática, que aumenta el riesgo de pérdida de variedades, la estrategia adoptada por las familias fue reforzar, a través de los bancos, la acción colectiva para la conservación de la agrobiodiversidad. El aumento de la diversidad en los BSC como resultado del rescate de semillas resulta de la incorporación de nuevas familias (y sus semillas) en la dinámica territorial de la red de bancos de Polo, así como la participación de los agricultores en intercambios, eventos y ferias de semillas, que favorecen la redención y la adquisición de nuevas variedades (hipótesis (iv)).

Hipótesis		Estrategias
Cordeiro y Almeida (2002)		Comité Regional de Semillas del Polo Borborema
(i) Aumento en la diversidad de especies	Aumento global y mejor distribución del ingreso monetario en unidades de producción familiar durante el año Mayor autonomía en la provisión de alimentos para la familia Mayor flexibilidad para enfrentar las adversidades climáticas y las fluctuaciones del mercado Mayores contribuciones a la recuperación y el mantenimiento de la fertilidad natural del suelo, beneficiando directamente los rendimientos de los cultivos Mayor eficiencia en el uso del espacio y la mano de obra	Redención de variedades; fortalecimiento organizacional de los BSC; diversificación de las especies gestionadas por los BSC (hortalizas, forrajes y frutas); valoración del papel de las mujeres y los huertos productivos
(ii) Aumento en la variabilidad genética	Mejor rendimiento de los cultivos Mayor flexibilidad para enfrentar las adversidades y los riesgos climáticos Mayores opciones para el mercado	Redención de variedades; pruebas de competencia; cultivos agroecológicos; investigación participativa sobre control alternativo de plagas y enfermedades; mejora de producción; ferias agroecológicas; mercados institucionales
(iii) Mejora de la capacidad de procesamiento y almacenamiento de semillas	Aumenta la calidad física de las semillas y, en consecuencia, el rendimiento de los cultivos Permitirá la reducción de pérdidas debido a problemas de almacenamiento de granos	Estructuración y provisión de equipos para BSC; investigación participativa sobre almacenamiento de semillas; pruebas de germinación y vigor; monitoreo de la contaminación por transgénicos; seguimiento de inventarios y gestión de BSC

(iv) Los BSC permitirán	Mayor autonomía en el suministro de semillas Mayor posibilidad de financiar sistemas productivos Un espacio para la capacitación y mayor intercambio de recursos genéticos e información entre los agricultores Fortalecimiento de las prácticas de organización comunitaria Mayor posibilidad de articulación entre organizaciones de agricultores en red basadas en referencias comunitarias	Fortalecimiento de los bancos; mejora de los guardianes de semillas; visitas de intercambio; campos de multiplicación de semillas; dinámica comunitaria, municipal, territorial y estatal de semillas; fiesta Estadual das Semillas *da Paixão*; información y comunicación; impacto en las políticas públicas

Tabla 13.1. Hipótesis que guían el programa de semillas y estrategias formuladas por la Comisión de Semillas de Polo.

Fuente: Cordeiro y Almeida (2002).
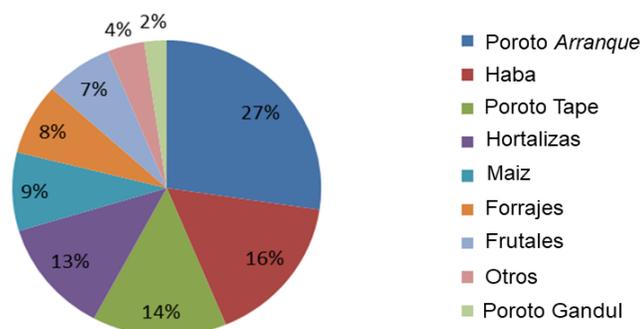
Figura 13.2. Composición (%) de especies y variedades locales almacenadas en la red del Banco Comunitario de Semillas en el Territorio de Borborema, Paraíba, 2016.

Fuente: Silva y otros (2017a).

Los porotos son el cultivo más diverso en los BSC en el territorio de Borborema. La Tabla 13.2 presenta datos sobre encuestas de variedades de tres especies de porotos almacenadas en los BSC del territorio, llevadas a cabo en 2002 y 2017. Se observa un aumento en la diversidad total de variedades almacenadas y un aumento en variedades de porotos comunes (*arranque*) en el período, poroto tape y poroto manteca.

La diversidad encontrada en los BSC del territorio se registró en forma de catálogo (Silva y otros, 2016). La publicación se organizó a partir de talleres de

capacitación comunitaria en los que se completaron cuestionarios sobre las principales variedades almacenadas en los bancos y las cualidades, usos y formas de cultivo de estas. Luego, esta información se verificó de forma cruzada con los datos de monitoreo anuales de la Red de Bancos de Semillas del Polo de Borborema. Es un registro que busca mejorar la trayectoria de las familias de agricultores que observaron, experimentaron y seleccionaron semillas adaptadas a las características de la región, y cuidan este patrimonio genético y cultural. La publicación se distribuyó entre las familias de agricultores vinculadas al Polo, y ha cumplido la función de facilitar el intercambio de semillas e información entre los que las resguardan, además de ser un instrumento para afirmar las semillas *da paixão* como elemento central para la autonomía de los agricultores familiares.

Especies de porotos	**2002**	**2017**
Poroto de arranque (*Phaseolus vulgaris*)	28	35
Poroto tape (*Vigna unguiculata*)	22	23
Poroto manteca (*Phaseolus lunatus*)	17	24
Total	**67**	**82**

Tabla 13.2. Variedades de poroto de arranque, poroto tape y poroto manteca almacenadas en BSC en el territorio de Borborema, Paraíba.

Fuente: Cordeiro y Almeida (2002); Silva y otros (2017a).

Con respecto al aumento de la variabilidad genética en los BSC (hipótesis (ii)), la Comisión de semillas ha estado trabajando para fortalecer las asociaciones con instituciones de investigación para la implementación de pruebas de competencia entre variedades *da paixão* y comerciales. Los criterios de comparación entre las variedades son definidos por los agricultores, y los experimentos son implementados en condiciones reales de cultivo y monitoreados con el apoyo de estudiantes e investigadores de Embrapa Tabuleiros Costeiros. Las variedades de maíz *da paixão* han demostrado rendimientos a la par o más productivos que las variedades comerciales encontradas en la región o distribuidas a través de programas públicos. Estos resultados se confirmaron tanto para la producción de granos (kg/ha), como para la producción de biomasa forrajera (kg/ha), dos de los criterios enumerados por los agricultores (Santos y otros, 2012). El rendimiento superior de las variedades *da paixão* también se confirmó para el poroto tape (caupí), a través de pruebas de competencia participativas realizadas en la región (Santos y otros, 2016).

Para que el aumento de la variabilidad genética conservada en la región esté relacionado con un mejor rendimiento del cultivo, se implementan otros frentes de

investigación, que buscan alternativas agroecológicas a los problemas identificados por los agricultores (Oliveira y otros, 2017). Una de estas líneas de investigación, realizada en colaboración con la Universidad Estatal de Paraíba (UEPB), es el estudio de plagas y enfermedades del poroto tape. También hay una línea de investigación con extractos de plantas y jarabes para controlar enfermedades en la producción de papa. Incluso considerando la disminución de las precipitaciones en el período de 2011 a 2015, el rendimiento de las papas agroecológicas en el territorio aumentó de 2,1 (t/ha) a 3,2 (t/ha) en promedio, llegando a 4,1 (t/ha) en 2014 (Azevedo y otros, 2017).

La experiencia también ha demostrado que una mayor variabilidad genética puede representar mayores opciones de mercado. En los últimos años, la demanda de semillas *da paixão* ha crecido, tanto por organizaciones de otros estados, como por ferias agroecológicas y programas gubernamentales para compras institucionales. Inicialmente, algunos agricultores satisfacían esta demanda vendiendo sus semillas en botellas pet o bolsas sin ningún tipo de identificación. A partir de esta experiencia, cuatro municipios del territorio fueron equipados con unidades de empaque para semillas *da paixão* (compuestas de banco, tamices, báscula, sellador, estante de madera y bolsas de plástico). Los paquetes se utilizan para vender alimentos y semillas, y llevar la marca *Produtos do Roçado*. Los jóvenes y las familias miembros de los BSC participaron en talleres de capacitación sobre comercialización y ya están ofreciendo semillas envasadas de maíz, porotos y poroto manteca.

Cuscús da paixão, semillas criollas y contaminación transgénica

Además de representar una amenaza para la conservación de las variedades locales de maíz *da paixão*, la entrada de transgénicos en la región planteó dificultades crecientes para encontrar maíz no transgénico para preparar el cuscús, un plato típico de la zona. Buscando enfrentar este escenario, en 2016 AS-PTA adquirió dos molinos y dos secadores solares para procesar maíz en la producción de harina para el cuscús *paixão*. Dicho equipo es móvil y fue llevado a eventos de capacitación en los municipios del territorio. La acción ha ido ganando protagonismo: en 2018, el Polo de Borborema y AS-PTA implementaron una unidad de procesamiento para derivados de maíz en el Banco central de semillas (*Banco Mãe*). Esta opción ha permitido a las familias de agricultores actuar en dos frentes: junto con tutores y bancos de semillas, estimulando la producción de maíz mediante la implantación de campos de multiplicación de semillas y la capacitación para el procesamiento de harina de maíz, *xerem* y *munguzá da paixão*. Estos productos a base de maíz *da paixão* se empaquetan bajo la marca *Produtos do Roçado* y se venden en ferias agroecológicas de la región. A su vez, se estableció una asociación con la Universidad Federal de

Paraíba para determinar el tiempo de humectación, el secado de la harina, la fecha de vencimiento, y la forma adecuada de preparar y preservar la harina de maíz. Beneficiarse y vender semillas y productos derivados del maíz *da paixão* es una forma de resistencia al avance de los transgénicos. Alrededor de nueve toneladas de maíz sin transgénicos se compraron de la cosecha de 2018 para continuar el procesamiento de derivados de maíz sin transgénicos.

La mejora en la capacidad de procesamiento y almacenamiento de semillas (hipótesis (iii)) fue estimulada por la implementación de dos proyectos asociados con la Política Nacional de Agroecología y Producción Orgánica (PNAPO): Ecoforte y Semillas de la Región Semiárida. El primero ofreció inversiones en redes de agroecología; el segundo es la construcción o renovación de bancos o casas de semillas en toda la región semiárida, la adquisición de equipos (como básculas, tamices, estantes, *kits* de detección transgénica y barriles de plástico para el almacenamiento de semillas), además de actividades de capacitación e intercambio. La Figura 13.3 ilustra la capacidad de almacenamiento de los BSC después de estas dos acciones. Los bajos volúmenes almacenados en 2016 reflejan la sequía que azotó la región. La asociación con la UEPB ha permitido estudiar la pureza, la germinación y el vigor de las semillas, y también su viabilidad cuando se conservan durante diferentes períodos y técnicas.
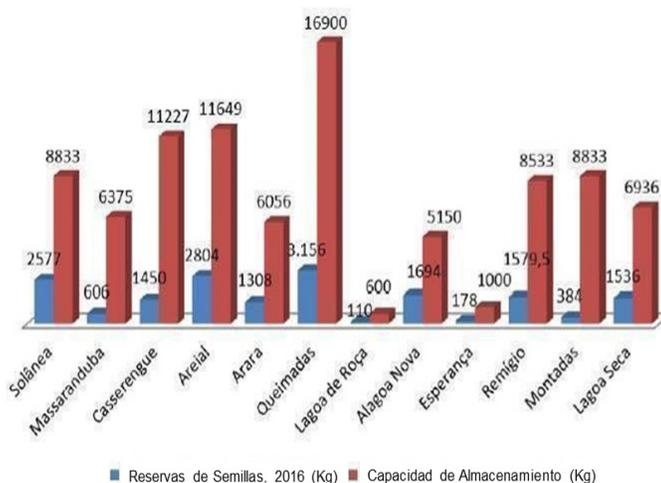
Figura 13.3. Capacidad de almacenamiento y uso de los BSC en el territorio de Borborema, Paraíba, 2016

Además de la prolongada sequía, un fenómeno recurrente en la región como es la introducción del maíz transgénico, como se mencionó, amenaza la

conservación de las variedades *da paixão*. Por lo tanto, se buscó identificar las formas de entrada de estas semillas genéticamente modificadas en el estado, con el objetivo de desarrollar estrategias para la defensa de las variedades locales. Así, se utilizaron tiras inmunocromatográficas para detectar la presencia de transgenes en las semillas. Los lotes de semillas que mostraron un resultado positivo para la presencia de proteínas transgénicas tenían un origen identificado, como se muestra en la Figura 13.4.

Figura 13.4. Entradas de maíz transgénico en el Territorio de Borborema, Paraíba, 2014 a 2016

Esta preocupación por la contaminación de las semillas *da paixão* debido a las variedades transgénicas dio lugar a la campaña «No planto transgénicos para no borrar mi historia». Dicha campaña es permanente y se planeó inicialmente para expandir la capacidad de capacitación de las familias de agricultores, y desarrollar un protocolo para la producción de derivados de maíz libres de transgénicos, con miras a su posterior comercialización en ferias agroecológicas.

A partir de la campaña, se distribuyeron varios materiales informativos entre las familias con orientación para evitar la contaminación de sus semillas criollas. Además, el monitoreo de los BSC ha incorporado la prueba transgénica de semillas de maíz a su rutina, utilizando los *kits* adquiridos en los proyectos Ecoforte y Semillas de la Región Semiárida.

La mencionada campaña tuvo grandes repercusiones entre los guardianes de semillas, pero la contaminación transgénica no tiene límites. En 2016 se probaron lotes de variedades criollas de maíz de 31 agricultores, obtenidos en 11 municipios, en cuatro regiones del estado vinculadas a la Red de Semillas de la Articulación del Paraibano semiárido. De las 31 muestras recolectadas, 16 estaban contaminadas (51,6 %). La mitad de los casos de contaminación provienen de semillas de la *Companhia Nacional de Abastecimento*, CONAB (maíz para alimentación animal del programa Venda de Balcão). Los otros casos tienen probable contaminación de semillas con origen desconocido o por plantaciones transgénicas en el vecindario. Ninguna de las 10 muestras obtenidas de semillas almacenadas en bancos comunitarios gestionados por agricultores mostró contaminación. Todas las pruebas de cinta (inmunocromatográfica) tuvieron los resultados confirmados por análisis molecular, demostrando ser una herramienta importante para el monitoreo de campo de la calidad de la semilla (Zanatta y otros, 2016).

En 2017, también dentro del alcance de la mencionada campaña, 120 muestras de maíz criollo (64 %) de BSC analizadas con las cintas mostraron un resultado negativo para la contaminación. Por otro lado, en 70 muestras de maíz el resultado fue positivo (36 %), con la gran mayoría de las semillas que llegaron contaminadas a manos de las familias. Esta alta tasa de contaminación se debió a los efectos negativos de una de las mayores sequías experimentadas en años consecutivos en toda la región semiárida, que provocó una baja producción de reservas de maíz y, en consecuencia, una mayor demanda de semillas desde el exterior (Silva y otros, 2017b). También se identificó maíz contaminado cuyas semillas se adquirieron en mercados callejeros, supermercados y almacenes, pero los comerciantes no sabían cómo informar el origen, solo mencionaron que las semillas provenían de otros estados en las regiones del sur y sudeste de Brasil.

También como parte de la campaña, la Comisión de semillas definió como prioridad la implantación de campos de multiplicación de semillas como forma de enfrentar el problema de la contaminación, y también para aumentar el volumen de maíz *da paixão* producido para las familias de agricultores y para mercados agroecológicos (Pereira y otros, 2017). Los campos de multiplicación asumieron así el papel de generar una alternativa al transgénico, tanto del lado de la producción como del consumo.

CONSIDERACIONES FINALES

En vista del avance de los transgénicos en la región, la movilización de las familias de agricultores para el manejo colectivo de semillas se ha reafirmado como un proceso efectivo para la conservación de la diversidad genética del maíz.

Esto significa que las semillas *da paixão* contaminadas por transgénicos pueden recuperarse a través de la red BSC. El maíz marlo delgado contaminado en Remígio, por ejemplo, podría ser recuperado de un tutor en el municipio vecino de Solânea. El agricultor *arara* que contaminó su semilla de maíz *jabatão* pudo recuperarla en el mismo municipio. Por lo tanto, es necesario distinguir el lote de semillas contaminadas de la contaminación de una variedad en su conjunto.

Además de este mecanismo vinculado a la dinámica de la red BSC, la Comisión de Semillas del Polo ha tratado de organizar las existencias de seguridad en el *Banco Mãe* de semillas, especialmente de variedades de maíz. También se busca trabajar en formas complementarias de conservación ex situ, a través de los bancos de germoplasma de Embrapa, según lo previsto en el PNAPO (Fernandes, 2017).

Los BSC son al mismo tiempo espacios para el rescate, la conservación y el acceso a semillas locales adaptadas, y para fortalecer la organización de los agricultores. Para reforzar estos propósitos, los BSC están en red y promueven el intercambio de semillas y de conocimiento. Los bancos también son una forma de resistencia frente a las políticas públicas que distribuyen anualmente semillas comerciales sin ningún vínculo con la estrategia de abastecer a los hogares en los bancos de semillas. Como espacios organizativos, los BSC fortalecen políticamente la agricultura familiar en la región y reafirman su centralidad en la lucha de los agricultores por la autonomía.

La asociación con universidades y centros de investigación permite la generación de conocimiento, que los agricultores incorporan en sus prácticas. Y al validar científicamente las estrategias agroecológicas adoptadas a nivel local, también se generan subsidios para la formulación de políticas públicas. Un ejemplo en este sentido son las pruebas de competencia entre variedades *da paixão* y variedades comerciales introducidas desde el exterior, que permiten a las organizaciones cuestionar la opción de invertir recursos públicos en la compra de semillas comerciales en lugar de comprar semillas criollas para programas de donación de semillas.

El acceso a políticas públicas dirigidas a semillas criollas permitió calificar y ampliar la escala del programa de semillas en el territorio de Borborema. Estos resultados se obtuvieron a través de acciones destinadas a aumentar la diversidad de las variedades manejadas por los BSC, y mejorar las técnicas y estructuras para almacenar y procesar semillas en los bancos. Los resultados obtenidos de las políticas antemencionadas no pueden separarse del hecho de que son llevados a cabo directamente por las organizaciones sociales en el territorio, garantizando así el control social y el empoderamiento de los beneficiarios y otras personas involucradas en el proceso.

En Paraíba, la *Fiesta Estadual da Semente da Paixão* ha jugado un papel importante en la articulación y la animación de las familias, a través de una gran red de conservación y manejo de semillas criollas. Es también en este espacio que la red de semillas ASA Paraíba renueva colectivamente sus estrategias, y describe las prioridades para el período y los diálogos con los administradores públicos y las autoridades.

Finalmente, el intercambio de semillas entre las familias de agricultores guardianes y la creación de redes de bancos comunitarios de semillas son formas importantes y efectivas de conservar las variedades criollas en la región semiárida.

REFERENCIAS

Azevedo, W.; Silva, E.D.; Silva, D.F.; Corrêa, E.B. (2017) Produção de batata (Solanum tuberosum) em sistemas familiares agroecológicos no Agreste da Borborema, Paraíba. In: Anais do VI Congresso Latino Americano de Agroecologia, Brasília.

Cordeiro, A.; Almeida, P. (2002) Semillas da paixão: estratégia comunitária de conservação de variedades locais no semiárido. AS-PTA, Esperança, PB.

Fernandes, G.B. (2017) Semillas crioulas, orgânicas e varietais para a agricultura familiar: da exceção legal à política pública. In: Sambuichi, R.H.R. y otros (Org.). A Política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável. Ipea, Brasília, pp. 327-357. E-book. http://ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/144174_politica_nacional_agroecologia_cap11.pdf

Oliveira, L.C.L.; Dias, E.; Curado, F.F.; Oliveira, A.E.; Muniz, E.L.S; Santos, A.S. (2017) Perspectivas da pesquisa e gestão dos bancos de semillas comunitários, Paraíba – Síntese do Seminário do Polo da Borborema. In: Anais do VI Congresso Latino Americano de Agroecologia, Brasília.

Sambuichi, R.H.R. y otros (org.) (2017) A política nacional de agroecologia e produção orgânica no Brasil: uma trajetória de luta pelo desenvolvimento rural sustentável. Ipea, Brasília. E-book. http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/8038.

Santos, A.S.; Silva, E.D.; Tavares, E.D.; Curado, F.F.; Sales, J.F.S.; Pereira, L. (2016) Desempenho de variedades crioulas e comerciais de feijão-macassar ou feijão caupi no Agreste Paraibano. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracajú (Comunicado Técnico no. 186).

Santos, A.S.; Leite, J.; Silva, E.; Lima, W.; Araujo, S.L.; Silva, M.J. (2012) Avaliação participativa de ensaio com variedades de milho crioulo no município de Casserengue, PB. In: Anais do IX Congresso da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, Luziânia. Ciência, tecnologia e inovação para o desenvolvimento rural sustentável, Brasília; Embrapa, Planaltina, DF.

Silva, E.D. (2014) Potencial de três fontes orgânicas na produtividade do milho em um neossolo regolítico em agroecossistemas familiares. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo), Universidade Federal da Paraíba, Areia.

Silva, E.D.; Porfílio, A.; Freire, G.A. (2016) Semillas da Paixão – Catálogo das Semillas Crioulas da Borborema. AS-PTA, Esperança, PB.

Silva, E.D.; Silva, A.E.O.; Muniz, S.E.L.; Oliveira, J.; Santos, A. (2017a) Semillas da paixão:

uma leitura da rede de bancos comunitários de semillas no território da Borborema. Anais do VI Congresso Latino Americano de Agroecologia, Brasília.

Silva, E.D.; Fernandes, G.B.; Silva, J.O.; Silva, A.E.O.; Silva, D.F. (2017b) Detecção de transgenes em variedades crioulas e comerciais de milho no território da Borborema. In: Anais do VI Congresso Latino Americano de Agroecologia, Brasília.

Silveira, L.; Petersen, P.; Sabourin, E. (2002) Agricultura familiar e agroecologia no semi-árido: avanços a partir do Agreste da Paraíba. AS-PTA, Rio de Janeiro.

Zanatta, C.B.; Holderbaum, D.F.; Nodari, R.O.; Fernandes, G.B.; Dias, E.; Petry, V.S. (2016) Contaminação de variedades de crioulas e comerciais de milho na Paraíba por transgenes. In: Anais do IV Congresso Brasileiro de recursos Genéticos, Curitiba.

CAPÍTULO 14

MANEJO DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN EL SISTEMA AGRÍCOLA TRADICIONAL FUNDO DE PASTO - COMUNIDAD OURICURI, UAUÁ/BA

Aceptado: 03/11/2020

Fabricio Bianchini
Ingeniero agrónomo
Máster en Extensión Rural
Analista y supervisor del Sector de Implementación de la Programación de Transferencia y Tecnología de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Semiárido
Petrolina, Bahia, Brasil

Paola Cortez Bianchini
Ingeniera agrónoma
Máster en Agroecosistemas
Investigadora em el área de Agroecología y Agricultura Familiar de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Semiárido
Petrolina, Bahia, Brasil

Rebeca Mascarenhas Fonseca Barreto
Bacharel en Ciencias Biológicas
Doctora en Ecología y Evolución
Profesora adjunta de la Universidad Federal do Vale do São Francisco, líder del Grupo de Estudos em Análises de Modelagem, Etnobiologia, Ecologia e Ecofeminismos
Membro de la Rede Interdisciplinar de Mulheres Acadêmicas do Semiárido - RIMAS

Paulo Anchieta Florentino da Cunha
Cientista social
Máster en Antropología
Profesor de Sociología del Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSERTÃO-PE), campus Santa Maria da Boa Vista
Santa Maria da Boa Vista, Pernambuco, Brasil

INTRODUCCIÓN

Las especies cultivadas y manejadas hoy en el país han sido domesticadas o adaptadas en sistemas agrícolas complejos bajo dinámicas culturales determinantes y muy específicas a lo largo de los años (Harlan, 1995; Boege, 2008). La dispersión, la diversificación y la evolución de estas plantas se debieron a los sistemas bioculturales donde fueron insertadas (Toledo y Barrera-Bassols, 2015). El enfoque tradicional para la conservación y el uso de la agrobiodiversidad se centra en especies y variedades en forma aislada. A nivel mundial, se han realizado pocos avances en los sistemas de conservación que integran la biodiversidad y el papel fundamental de los seres humanos en el mantenimiento de los agroecosistemas y sus subsistemas (Boef y otros, 2007).

Comprender, valorar y fortalecer los sistemas agrícolas tradicionales como resultado de la interacción entre los sistemas socioculturales, ecológicos y ambientales es clave para la conservación de la agrobiodiversidad, así como para el fortalecimiento y la mejora de las formas de vida sostenibles. Los sistemas agrícolas tradicionales pueden describirse por el conjunto de conocimientos, tecnologías y prácticas que abarcan sus componentes bióticos y abióticos. Además, la interacción entre ellos y los cambios en los paisajes determinan su dinámica (Emperaire y otros, 2008; Bustamante

y otros, 2017).

En Brasil, coexisten diferentes sistemas agrícolas tradicionales, creados, administrados y apoyados por diferentes categorías de agricultores (Emperaire y otros, 2008). En la región noreste, específicamente en el semiárido de Bahía, hay comunidades rurales con formas de vida tradicionales cuya identidad se ha construido alrededor de la experiencia compartida conocida como Comunidad Fundo Pasto (Alcantara y Germani, 2009). Según los autores, estas comunidades están definidas por una organización social que articula el uso de áreas familiares y áreas de uso comunitario, caracterizadas por las actividades de cría de animales, agricultura y extractivismo, así como por las relaciones de parentesco y amistad con intercambios de trabajo de reciprocidad. En las áreas familiares, las actividades predominantes son la agricultura y la cría de pequeños animales en chacras y huertas; mientras que las áreas comunitarias, llamadas Fundo de Pasto, se utilizan para criar cabras, ovejas o vacas. Las actividades extractivas se llevan a cabo tanto en áreas familiares como comunitarias. El origen de esta forma de organización se remonta al período colonial y deriva de la imprecisión de los límites y la incertidumbre legal de los derechos de propiedad (Garcez, 1987).

El gobierno de Bahía realiza esfuerzos para regularizar la tenencia de la tierra en estos territorios, instituyendo la certificación de las comunidades mediante el autorreconocimiento. Sin embargo, el proceso es lento y ha generado conflictos con las comunidades organizadas, que están librando luchas políticas por el reconocimiento y la garantía de los territorios tradicionalmente ocupados desde la década de 1960 (Garcez, 1987; Alcântara y Germani, 2009). Actualmente, hay 599 asociaciones de comunidades de Fundo Pasto identificadas por la Coordinación de Desarrollo Agrario, CDA, Gobierno de Bahía, que involucran a más de 8.800 familias. De estas, 373 comunidades Fundo Pasto están certificadas por la Secretaría de Estado de Promoción Racial e Igualdad (SEPROMI/BA)[1]. Este número debería ser aún mayor, ya que las nuevas comunidades comienzan el proceso de regularización en todo momento. Además del proceso de certificación institucional, son el uso y la apropiación del espacio lo que definen la propiedad de la tierra (Germani y Alcântara, 2009). Por lo tanto, los procesos de autodemarcación y gestión de los territorios tradicionales son igualmente o más importantes.

Este capítulo aborda los sistemas tradicionales para el uso, el manejo y la conservación de la biodiversidad y la agrobiodiversidad, basados en un proceso de autodemarcación llevado a cabo mediante mapeo agroecológico realizado en 2018 con la Comunidad Tradicional Fundo de Pasto Ouricuri, en Uauá/BA[2]. La

1 Datos facilitados por el Proyecto Geografar/UFBA, basados en encuestas de la Coordinación de Desarrollo Agrario (CDA) y SEPROMI, Gobierno del Estado de Bahía. Marzo de 2018. Disponible en: https://geografar.ufba.br/mapas-e-Tablas-de-fundos-e-fechos-de-pasto.

2 Este capítulo se basa en la disertación «Análisis territorial participativo de acciones de investigación, desar-

sistematización y la discusión del conocimiento de la comunidad la hacen coautora de este capítulo. Los resultados muestran la lectura de la comunidad de su territorio.

MATERIAL Y MÉTODOS

Una de las referencias metodológicas de este trabajo es la agroecología, que, según Altieri (1989), consiste en el estudio sistémico de los agroecosistemas que integran el conocimiento de la agronomía, la ecología, la economía y la sociología de manera interdisciplinaria. Guzmán (2002) amplía el concepto al incorporar el conocimiento de los pueblos indígenas y las comunidades tradicionales a través de la transdisciplinariedad.

La etnoecología y la etnobiología, así como la agroecología, abarcan un enfoque interdisciplinario entre las ciencias naturales, las ciencias humanas y sociales, estableciendo así puentes para la sistematización del etnoconocimiento, con métodos que permiten la comprensión de la lógica y la racionalidad de los agricultores en la toma de decisiones. Marques (2001) define la etnoecología como un campo de investigación transdisciplinaria que estudia las interacciones entre las formas de vida de las poblaciones humanas con los elementos de los ecosistemas que las determinan.

Por lo tanto, para llevar a cabo el análisis del agroecosistema tradicional de la Comunidad Fundo de Pasto Ouricuri, se integraron métodos de investigación de acción, como lo propuso Thiollent (2001), con métodos etnobotánicos y etnoecológicos, identificando los problemas sociales y los técnicos científicamente relevantes para el grupo de investigación; al mismo tiempo, se proponen soluciones, de acuerdo con el nivel de prioridad del público involucrado, que ejerció un papel participativo en todas las fases de la investigación. La aplicación conjunta de diferentes herramientas posibilitó, de manera dinámica y holística, la sistematización de los conocimientos tradicionales asociados a la dinámica de uso, manejo y gestión del agroecosistema en análisis, presentado en los mapas temáticos que resultaron del mapeo agroecológico.

La Comunidad Tradicional Fundo de Pasto Ouricuri fue seleccionada para llevar a cabo el mapeo agroecológico debido al trabajo previo y las demandas identificadas por el equipo de investigación con la comunidad. El territorio de la comunidad está ubicado en el municipio de Uauá/BA y se caracteriza por una organización social basada en relaciones de parentesco, que administran colectivamente el territorio que ocupan. Esta forma tradicional de ocupación de la tierra ha preservado, durante siglos de extensa ocupación, áreas continuas de

---

rollo e innovación en la cadena de sociobiodiversidad del umbu (*Spondias tuberosa* Arruda)», Programa de Postgrado en Extensión Rural/UNIVASF, del primer autor.

caatinga en la *Depressão Sertaneja* de la región semiárida brasileña, y ha sostenido actividades agroforestales que implican la creación de pequeños rumiantes y la extracción de plantas, con énfasis en el umbú (*Spondias tuberosa*), el mandacaru (*Cereus jamacaru*) y el maracuyá de la caatinga (*Passiflora cinccinata*).

La comunidad Ouricuri consintió en los objetivos y los métodos de investigación de acción propuestos, de la que fue una parte activa, definiendo y delimitando problemas, y exigiendo respuestas con respecto a las estrategias de ocupación y gestión de su territorio. El trabajo fue realizado por un equipo interdisciplinario e interinstitucional, con profesionales de las ciencias agrarias, biológicas y sociales. El taller de mapeo agroecológico llevó a cabo resultados en el proceso de autodemarcación del territorio y la sistematización autorizada del conocimiento y las prácticas de los sistemas agrícolas tradicionales para el uso, el manejo y la conservación de la biodiversidad y la agrobiodiversidad. Los participantes de la comunidad durante el taller fueron guiados por preguntas orientadoras para informar, en grupos focales y de forma oral, aspectos relacionados con el proceso histórico de ocupación del territorio y las relaciones establecidas con su entorno, así como el conocimiento y las prácticas sobre la gestión del territorio de agrobiodiversidad de los sistemas agrícolas tradicionales que se presentarán a continuación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El área total de autodemarcación del territorio identificado como perteneciente a la Comunidad Tradicional Fundo de Pasto Ouricuri, incluidas las áreas de uso familiar y comunitario, es de 2.575 hectáreas. Los límites con el entorno de la comunidad no tienen cercas, solo puntos llamados «extremos» que se identifican por algún recurso natural, una cadena montañosa, losa, agua, carretera o incluso el pie de un umbuzeiro, lo que determina el intercambio del territorio con otras comunidades tradicionales Fundo de Pasto: Santana, Caldeirãozinho, Bonito, Escondido II y Escondido III; formando así un inmenso mosaico de extensas áreas de reserva en caatinga.

El agroecosistema administrado por la comunidad Ouricuri se puede dividir en tres subsistemas: 1) las áreas familiares de las 55 familias, que suman 1.078 hectáreas, y comprenden casas, huertas, chacras, rodeados de animales y áreas sueltas de caatinga; 2) el *Roçado Japão*, que corresponde a un área de 170 hectáreas de longitud que representa una mancha de latosol amarillo utilizado para la agricultura de secano (dependiente de la lluvia); y 3) las áreas de gestión comunitaria llamadas *Fundo de Pasto*, también se denominan áreas sueltas, se subdividen en tres puntos en el territorio y juntas suman hasta 1.270 hectáreas;

además de la *Recaatingamenton*[3], un área de 52 hectáreas que está rodeada para evitar la entrada de animales de granja, con el fin de regenerar la caatinga.

La comunidad Ouricuri está ubicada en la gran unidad de paisaje conocida como depresión sertaneja, con características de relieve ondulado plano y liso, compuesta por caatinga *hiperxerófila* y una estación lluviosa que va de noviembre a abril, con una precipitación anual promedio de 431.8 mm (Silva y otros, 1993). Los tipos de suelos que se encuentran en el territorio se identificaron a través del mapa de suelos del estado de Bahía, y se evaluaron en el campo a través de un estudio pedológico. Hubo un predominio en el paisaje del *planossolo* con la aparición de *neossolo litólico*. En el área delimitada llamada *Roçado Japão*, el suelo se clasificó como *latossolo amarelo distrófico*, que corresponde a suelos profundos y bien drenados de fertilidad natural media.

La comunidad de Ouricuri: historia de ocupación y relaciones con su entorno

La comunidad Ouricuri pertenecía a la antigua granja de Santana, donde Rafael Rodrigues de Santana, fundador de Ouricuri, construyó las primeras casas de la comunidad en 1870, falleciendo en 1921. Una de sus principales herederos, Madre Barreira, nació en 1899 y murió en 2007, completamente lúcida a los 108 años. Actualmente, las principales familias que conforman la comunidad Ouricuri son Ferreira, Peixinho, Cardoso y Rodrigues dos Santos; un total de 55 familias, compuestas básicamente por 25 niños, 32 jubilados y 73 jóvenes y adultos, y una población total de 130 personas. No existen informes a lo largo de la historia de la ocupación del territorio sobre conflictos o amenazas relacionadas con disputas de tierras, ni entre las familias de la comunidad o con sus alrededores. Todos los «extremos» o puntos de referencia que determinan los límites del territorio se establecieron por consenso entre las asociaciones de las comunidades tradicionales vecinas: Santana, Calderãozinho, Bonito, Escondido II y Escondido III. Las principales manifestaciones culturales de la comunidad son los festivales de São Gonçalo, Reisado y más recientemente los Novenários, principalmente para Nossa Senhora Aparecida, patrona de la comunidad.

Durante el período de fundación, la cría extensiva de ganado predominó en las familias de la comunidad, reemplazada gradualmente en las últimas décadas por la crianza de pequeños rumiantes, principalmente cabras. La extracción vegetativa siempre ha sido una fuente importante de ingresos y seguridad alimentaria, con énfasis en el umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), explorado desde los frutos hasta las

3 El recaatingamento cuenta con el apoyo del IRPAA que acompaña y monitorea estas áreas de recuperación de Caatinga en 12 comunidades de Fundo de Pasto ubicadas en 10 municipios de TSSF, esta iniciativa fue premiada por IPHAN/Embrapa/BNDES en 2018 como una práctica de fortalecimiento de Sistemas Agrícolas Tradicionales/SAT.

raíces formadas por tubérculos, una fuente importante de agua y sales minerales. Otro producto extractivo que en el pasado representaba una fuente importante de ingresos era la fibra del *caroá* (*Neoglasiovia variegata*). Con respecto a la actividad agrícola, en el pasado se destacó la producción de harina de mandioca, con la construcción de cinco casas de harina en la comunidad que representaron la principal actividad económica de las familias durante décadas, hasta su completo declive en 2003, principalmente debido a las sucesivas sequías que hicieron que la producción de mandioca fuera inviable, con el consiguiente abandono de la producción de harina.

La seguridad del agua siempre ha sido el principal desafío para la exitosa ocupación del territorio en Ouricuri, así como en otras comunidades de la región semiárida brasileña. Las primeras estructuras de agua se construyeron en su fundación: una cisterna perenne y una presa en el lecho del río Caneladema, llamada Tanque Grande. La presa se consideró el trabajo más relevante para garantizar el suministro de agua a las familias y el ganado, y se reformó en diferentes períodos, principalmente en los años 70 y 80, debido a la ruptura del muro, que en 1983 fue reconstruido a través de un importante proyecto coordinado por el *Departamento Nacional de Obras Contra as Secas* (DNOCS). La seguridad del agua de la comunidad se expandió en la década de 1990 con la construcción de un pozo artesiano con un caudal de 45.000 litros/h por la *Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba* (CODEVASF). Dos años después, la *Empresa Baiana de Água e Saneamento* (EMBASA) construyó una tubería para llevar el agua desde el río São Francisco hasta la sede del municipio de Uauá, beneficiando así a las familias de Ouricuri. En 2006, algunas familias se beneficiaron de las tecnologías sociales para capturar y almacenar agua de lluvia, como cisternas de consumo y producción, barreras y pequeñas presas construidas con el apoyo de la Diócesis de Juazeiro, en colaboración con el *Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada* (IRPAA), junto con la Articulación en la Región Semiárida de Brasil (ASA). Estas obras tuvieron inversiones de Cooperación Internacional y del Gobierno federal, a través de los programas «Un millón de cisternas» y «Una Tierra y Dos Aguas» (P1MC y P1 + 2). Hoy la comunidad cuenta con más de 100 drenajes de agua, incluidos pozos, cisternas, losas, pantanos, presas y calderos.

Otro importante proyecto de infraestructura que benefició a las familias de la comunidad fue la llegada de la energía eléctrica en 2004, inicialmente con placas de energía solar, a través de la promoción del Programa Nacional para el Fortalecimiento de la Agricultura Familiar (PRONAF); más tarde, en 2007, el programa de electrificación rural «Luz para Todos» hizo posible que la red eléctrica llegara a todas las casas en Ouricuri, lo que resultó en una gran mejora en la calidad de vida de la comunidad.

Actualmente, la principal fuente de ingresos para las familias proviene de la ganadería de cabras y ovejas, que se venden en la propia comunidad o en el mercado libre de Uauá/BA. Otra fuente de fondos son los beneficios sociales de la jubilación rural y la Bolsa Familia, los que benefician a 32 jubilados y 22 familias incluidas en el programa de transferencia de efectivo. La actividad agrícola se ha modificado a lo largo de las décadas, como detallaremos más adelante, pero lo que predomina hoy en día son los policultivos alimentarios en consorcio de cultivos con plantas forrajeras, ya sean ciclos anuales, perennes o semiperennes. La extracción de la planta de umbú sigue siendo una importante fuente complementaria de ingresos para las familias, que obtienen hasta tres salarios mínimos en el período de su cosecha, de enero a marzo.

La relación de la comunidad de Ouricuri con las entidades de Asistencia Técnica y Extensión Rural (ATER) es considerada de gran relevancia por ellos, ya que hizo posible la adopción de varias innovaciones a los sistemas agrícolas tradicionales. En la década de 1980 se llevó a cabo el proyecto ATER «Fundo de Pasto», con recursos financiados por el Banco Mundial, por parte del personal técnico del Gobierno del estado de Bahía, en colaboración con el Sindicato de Trabajadores Rurales de Uauá y Embrapa Semiárido. Posteriormente, a fines de la década de 1990, las acciones de ATER fueron desempeñadas por el Sindicato de Trabajadores Rurales en asociación con la Diócesis de Juazeiro y el IRPAA. Durante este período, se llevaron a cabo varias acciones de capacitación centradas en la organización comunitaria y el desarrollo de tecnologías sociales que coexisten con la región semiárida. Actualmente, las acciones de ATER con las familias de Ouricuri se realizan directamente por la Cooperativa Agropecuaria Familiar de Canudos Uauá y Curaçá (COOPERCUC), a través de proyectos financiados por el Gobierno de Bahía.

El agroecosistema de la comunidad tradicional Fundo de Pasto Ouricuri

El agroecosistema compuesto por las comunidades tradicionales de Fundo de Pasto está determinado por una forma de vida de racionalidad compleja, basada en la integración del manejo de las áreas de uso comunitarias y familiares, y el manejo de los recursos naturales, conservando áreas continuas de vegetación nativa que se utilizan como pastos naturales para la cría extensiva de pequeños rumiantes, principalmente cabras y ovejas, así como en apoyo a la producción agroextractiva, con énfasis en umbuzeiro (*Spondias tuberosa*, la especie de fruta endémica más importante en el bioma caatinga).

El paisaje formado por el sistema agrícola tradicional Fundo de Pasto de la comunidad Ouricuri es un agroecosistema compuesto por tres subsistemas básicos.

Las primeras son las *Áreas* del Fundo de Pasto, una porción del territorio con propiedad asociativa, administrada a través del manejo comunitario de los recursos naturales. Estas áreas preservan la caatinga continuamente, sin cercos, donde circulan libremente la fauna silvestre y los rebaños de propiedad familiar pertenecientes a la comunidad o los vecinos. El segundo subsistema se llama Áreas Familiares, que se componen de huertas agroforestales cercanas a las casas y cercas de animales, y corresponden a una porción de la vegetación nativa circundante, con diferentes subdivisiones y potreros que permiten un mayor control en materia reproductiva, sanitaria y de alimentación del ganado. El tercer subsistema está compuesto por áreas destinadas a las chacras, pequeñas parcelas de tierra que presentan suelos con mejores condiciones de fertilidad. Estas áreas se deforestan y se utilizan para cultivos temporales y perennes de alimentos y/o cultivos forrajeros (Figura 14.1).

Los recursos de agrobiodiversidad gestionados por la comunidad

Las áreas colectivas de liberación o fondo de pastoreo

En las áreas del Fundo de Pasto no hay cercas ni variantes abiertas para determinar los límites. Se utilizan libremente para el pastoreo de rebaños, principalmente cabras. En el territorio de Ouricuri, el Fundo de Pasto se subdividió en tres áreas, compartiéndose el Área 1 con la Comunidad Fundo de Pasto Santana, con una mayor densidad de rebaños. El Área 2 es la más pequeña y está ubicada en los límites entre las comunidades de Santana y Caldeirãozinho. El Área 3 tiene la extensión más grande y comparte límites territoriales con las comunidades de Caldeirãozinho, Bonito y Escondido II.

La comunidad citó 55 plantas de caatinga en el área de Fundo de Pasto. Estas plantas se clasifican localmente como: 1) plantas *leñosas* (arbustos y árboles), representadas por 20 especies; 2) plantas *espinosas* (cactus), con 11 representantes; 3) plantas *arbustivas* (herbáceas), con 24 especies. Caatinga se clasifica localmente en tres tipos: 1) caatinga alta, que corresponde al área con el mayor número de especies arbóreas, como umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr.All.) y caraibeira (*Tabebuia aurea*); 2) la caatinga media, compuesta de especies leñosas de tamaño mediano, como la catingueira (*Caesalpinia* sp), caixão y faveleira (*Jatropha pyllacantha*); 3) y caatinga baja, donde predominan las especies herbáceas y arbustivas, como el romero (*Lippia* sp.), la malva (*Plectranthus* sp.), el carquejo (*Calliandra depauperata* Benth.) y los piñones (*Jatropha pohliana*).

Las especies vegetales se clasifican localmente para su uso como alimentos, forraje, medicinales, leña y extracción. Especies como umbuzeiro y mandacaru tienen múltiples usos, siendo consideradas muy importantes. La Tabla 14.1 presenta

una lista con los nombres locales de las 55 especies en orden de cita, la ocurrencia en el pasado y el presente, sus usos y la clasificación local. La ocurrencia se refiere a la percepción de la comunidad del número de especies individuales en las áreas de caatinga del Fundo de Pasto en el pasado y el presente. Se observó que solo nueve especies mantuvieron una alta ocurrencia, según la percepción de la comunidad, en el pasado (durante más de 30 años) y en el presente (2018). Entre ellas, cuatro especies de espinosa, tres leñosas y dos clasificadas como arbustos. Cuarenta especies tuvieron su ocurrencia disminuida entre estas dos estaciones. Las tres especies llamadas *cansanção* aumentaron su ocurrencia y tres mantuvieron una ocurrencia promedio. La mayor incidencia de *cansanção* puede estar asociada con procesos de degradación, porque, según la comunidad, estas plantas son indicadores de esta condición.
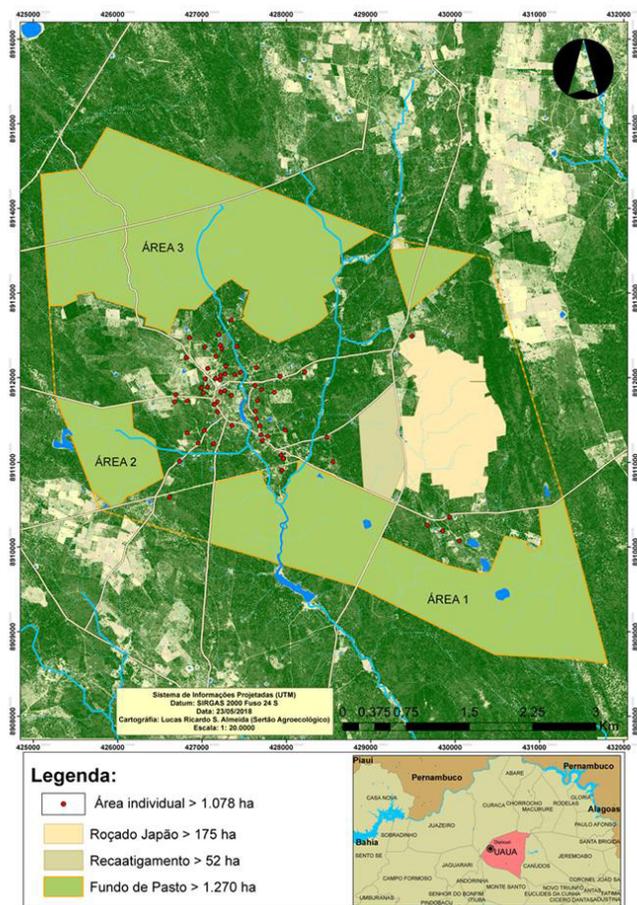
Figura 14.1. Mapa del agroecosistema de la comunidad Fundo de Pasto Ouricuri, Uauá, BA, e identificación de los subsistemas componentes.

Fuente: Laboratorio de Geoprocesamiento de Embrapa Semiárido.

El conocimiento ecológico de la comunidad apunta a la presencia de caraibeira solo en áreas con suelos más profundos y con mayor disponibilidad de agua, como el bosque ribereño del arroyo Caneladema. Con respecto al último ciclo de sequía, 2012-2018, la comunidad estima la siguiente proporción porcentual de mortalidad de especies: romero (80 %), faveleira (80 %), quebra facão (80 %), bruteiro (20 %), catingueira (20 %), umburuçu (20 %), umburana de cambão (10 %).

N.º	Nombre común	Nombre científico	**Ocurrencia**		**Uso**	**Clasificación local**
			Pasado >30 años	Presente 2018		
01	Umbuzeiro*	*Spondias tuberosa*	+++	+++	F, A, Ex	Leñosa
02	Quebra facão*	*Croton conduplicatus* Kunth.)	+++	+	F, M	Arbusto
03	Carquejo*	*Calliandra depauperata* Benth.	+++	+	M	Arbusto
04	Alecrim*	*Lippia* sp.	+++	++	F, M	Arbusto
05	Aroeira*	*Myracrodruon urundeuva* Fr.All.	+++	+	M, L	Leñosa
06	Faveleira*	*Jatropha pyllacantha*	+++	++	F, A	Leñosa
07	Umburana de cheiro*	*Amburana cearensis*	+++	+	M	Leñosa
08	Umburana de cambão*	*Bursera leptophloeos*	+++	++	M	Leñosa
09	Angico vermelho*	*Anadenanthera colubrina*	+++	+	M	Leñosa
10	Jurema preta*	*Mimosa ophthalmocentra*	+++	+	M	Leñosa
11	Caixão	NI	+++	++	M	Leñosa
12	Catingueira verdadeira	*Caesalpinia* sp.	+++	+++	F	Leñosa
13	Catingueira de porco	*Caesalpinia* sp.	+++	+++	F, M	Leñosa
14	Calumbi	*Mimosa arenosa*	+++	++	F	Leñosa
15	Malva	*Plectranthus* sp.	+++	++	F	Arbusto
16	Macambira de flecha	*Encholirium spectabile*	+++	++	F	Espinosa
17	Palmatória	Opuntia palmadora	+++	++	F	Espinosa
18	Faxeiro	*Pilosocereus* sp.	+++	++	F	Espinosa
19	Mandacaru*	*Cereus jamacaru*	+++	+++	F, A, Ex	Espinosa
20	Pau ferro	*Caesalpinia ferrea*	+++	++	M	Leñosa
21	Baraúna	*Schinopsis brasiliensis*	++	+	M, L	Leñosa
22	Jericó	NI	+++	++	M	Arbusto
23	Araticum	*Annona coriacea*	++	+	A	Leñosa

24	Pau de colher	*Maytenus rigida*	+++	++	M	Leñosa
25	Canapú	*Physalis* sp.	+++	++	M	Leñosa
26	Xique-xique	*Pilosocereus gounellei*	+++	+++	F, A	Espinosa
27	Coração de nego	NI	+++	+++	ND	Arbusto
28	São João	*Hypericum* sp.	+++	++	ND	Arbusto
29	Mandioca brava	Manihot esculenta	+++	++	ND	Arbusto
30	Pinhão	*Jatropha pohliana*	+++	+++	ND	Arbusto
31	Caneleiro	*Cenostigma gardnerianum*	+++	++	ND	Arbusto
32	Azedinho	NI	+++	++	ND	Arbusto
33	Coroa de frade	*Melocactus sp.*	+++	++	F, A	Espinosa
34	Rabo de raposa	*Harrisia adscendens*	+++	+	ND	Espinosa
35	Cansanção de vaqueiro	*Jatropha* sp.1	+	+++	ND	Arbusto
36	Cansanção de branco	*Jatropha* sp.2	+	++	ND	Arbusto
37	Cansanção de laje	*Jatropha* sp.3	++	+++	ND	Arbusto
38	Mamão de veado	*Jacaratia corumbensis*	++	++	ND	Arbusto
39	Língua de galinha	*Sebastiania* sp.	++	++	ND	Arbusto
40	Ervanço	*Froelichia humboldtiana*	+++	++	ND	Arbusto
41	Pulga do campo	NI	+++	+	ND	Arbusto
42	Barriguda	*Ceiba* sp.	++	+	ND	Leñosa
43	Capoteira	*Ipomea* sp.		++	ND	Arbusto
44	Moleque duro	*Cordia* sp.	+++	++	ND	Arbusto
45	Pau de casca	NI	+++	++	ND	Leñosa
46	Serroteiro	NI	+++	+++	ND	Espinosa
47	Caraibeira	*Tabebuia aurea*	++	+	L	Leñosa
48	Umburuçu	*Pseudobombax* sp.	+++	+	ND	Leñosa
49	Esporão de galo	NI	+++	++	ND	Arbusto
50	Macambira de cachorro	*Bromelia lacinosa*	+++	++	ND	Espinosa
51	Caroá/ caxacumbi	*Neoglasiovia variegata*	+++	++	ND	Espinosa
52	Maria mole	NI	+++	++	ND	Arbusto

53	Bruteiro	NI	+++	++	ND	Arbusto
54	Mandacaru de campestre	*Cereus* sp.	+++	+++	ND	Espinosa

Tabla 14.1. Nombres locales y nombres científicos de las especies que componen la vegetación de caatinga en las áreas de Fundo de Pasto de la Comunidad Ouricuri, clasificadas por ocurrencia pasada y presente, uso y clasificación local. Mapeo participativo, año 2018.

Leyenda: (*) especies resaltadas por relevancia/importancia. (+++) Alta incidencia. (++) Ocurrencia media. (+) Poco pasa. (M) Medicinal. (F) Forraje. (A) Una comida. (Ex) Extractivismo. (L) Leña. (NI) Especies no identificadas. (ND) Uso no determinado.

En la comunidad Fundo de Pasto existe la práctica de plantar especies nativas. Se mencionaron cuatro especies y sus formas de propagación/plantación: xique-xique (rama), mandacaru (rama), umbuzeiro (semilla) y angico (semilla).

La fauna salvaje en las áreas de Fundo de Pasto se identificó a través de una lista abierta de animales conocidos y observados. Se atribuyó información complementaria sobre el nivel de ocurrencia en el pasado (más de 30 años) en comparación con el presente (2018). La mayoría de los animales descritos fueron utilizados en el pasado como fuente de alimento, debido a la inseguridad alimentaria y nutricional que afectaba a la mayoría de las familias en la región. La comunidad puede considerar la caza sin control como una de las principales razones para la reducción de estos animales salvajes en la actualidad. Algunos tienen su ocurrencia clasificada como rara, y ya no se observan en la caatinga dentro de la comunidad (Tabla 14.2).

En cuanto a la creación de animales domésticos, destaca la cría de cabras, con un rebaño estimado de alrededor de 1.500 animales. La cría de cabras es la principal actividad económica y de seguridad alimentaria y nutricional para las familias de la comunidad. Los animales se venden vivos, a intermediarios en la comunidad o en la feria municipal. La comunidad maneja siete razas de cabras, tres (moxotó, canindé y repartida) localmente adaptadas o criollas (Tabla 14.3).

N.º	Nombre común	Nombre científico	Ocurrencia	
			Pasado >30 años	Presente 2018
MAMÍFEROS				
1	Armadillo de três bandas	*Tolypeutes tricinctus*	++	raro
2	Jaratataca	*Conepatus semistriatus*	++	+
3	Caititu	*Pecari tajacu*	++	+
4	Agutí rojizo	*Dasyprocta primnolopha*	++	+
5	Gato do mato marrom	*Herpailurus yaguarondi*	+++	+
6	Gato do mato vermelho	*Herpailurus yaguarondi*	++	+
7	Gato pintado	*Leopardus* sp.	+++	+
8	Guara	Procyon cancrivorus		
9	Peba	*Euphractus sexcinctus*	+++	+
10	Preá	*Galea spixii*	++	+
11	Raposa	*Cerdocyon thous*	++	++
12	Rato cabú	*Thrichomys* sp.	++	raro
13	Saruê	*Didelphis albiventris*	+++	+
14	Soim	*Callithrix sp.*	++	+
15	Tamanduá	*Tamanduatetradactyla*	++	raro
16	Tatu	*Dasypus septemcinctus*	+++	+
17	Veado	*Mazama gouazoupira*	++	raro
REPTILES				
18	Camaleão	*Iguana iguana*	++	+
19	Cascavel	*Crotalus durissus*	++	+
20	Catende	*Tropidurus* sp.	++	++
21	Coral verdadeira	*Micrurus* sp.	++	+
22	Jararaca	*Bothrops* sp.	++	+
23	Jararaca de campé	*Bothrops* sp.	++	+
24	Jibóia de veado	*Epicrates cenchria*	++	+
25	Jibóia grande	*Corallus hortulanus*	++	+
26	Tartaruga	*Phrynops tuberculata*	++	+
27	Teiú	*Tupinambis sp.*	+++	+
AVES				
28	Seriema	*Cariama cristata*	+++	+
29	Jacu	*Penelope jacucaca*	+++	+
30	Papagaio	*Aratinga cactorum*	++	raro
31	Sabiá	*Turdus* sp.		
32	Cancan	Cyanocorax cyanopogon		
33	Cardeal	Paroaria dominicana		
34	Jesus meu Deus	Arremon taciturnus		

35	Sofrê	Icterus jamacaii
36	Lavadeira	*Fluvicola* sp.
37	Fogo-pagou	Columbina squammata
38	Pica-pau	*Campephilus* sp.
39	Marinheiro	NI
40	Casaca de couro	Pseudoseisura cristata
41	Azulão de chiqueiro	Molothrus bonariensis
42	Assum preto	Gnorimopsar chopi
43	Garrincha	Troglodytes musculus
44	Caburé (rasga mortalha)	Glaucidium brasilianum
45	Rabo de tesoura	Eupetomena macroura
46	Bizungão	Chlorostilbon lucidus
47	Pomba verdadeira	Columbidae
48	Cordeniz	Nothura boraquira
49	Lambú	*Crypturellus* sp.
50	Perdiz	*Rhynchotus* sp.
51	Jacú	NI
52	Carcará	Caracara plancus

Tabla 14.2. Lista de animales salvajes mencionados en las áreas del Fundo de Pasto y su ocurrencia en el pasado y el presente. Mapeo participativo, año 2018.

Leyenda: (+++) Alta ocurrencia. (++) Media ocurrencia. (+) Pequeña y rara (ocurrencia difícil). (NI) No identificado. La mayoría de las aves no fueron clasificadas en cuanto a la percepción de ocurrencia en el pasado y el presente. Especies presentadas en orden alfabético.

Raza	Aptitud	Introducción de raza	N.º animales
Saanen	Leche	<15 años	≤ 400
Pardo Alpina	Leche	<15 años	< 50
Bôer	Leche	<15 años	< 50
Anglo Nubiana	Leche	<15 años	< 50
Moxotó (pie duro)	Leche	>100 años	≤ 400
Canindé (pie duro)	Carne y Leche	>100 años	≤ 400
Repartida (pie duro)	Carne	>100 años	≤ 400

Tabla 14.3. Principales razas de ganado caprino, aptitud (leche o carne), tiempo de introducción de la raza y tamaño estimado del rebaño. Mapeo participativo, año 2018.

En las áreas de Fundo de Pasto también se crían ovejas de las razas Santa Inês, Somalis, Dorper y Pé Duro (sin raza definida/SRD), con un rebaño estimado de más de 100 animales. En un número menor, se usan ganado, caballos y mulas en

estas áreas como tracción animal.

La principal fuente de forraje para estos rebaños son las áreas de Fundo de Pasto compuestas por la diversidad de plantas de caatinga (Tabla 14.1). En la temporada de lluvias, hay una gran oferta de alimentos en la caatinga y los animales permanecen pastando libremente. Al comienzo de la estación seca, los animales se alimentan de las hojas senescentes de la vegetación. En ese momento, el ganado caprino incluye en sus alimentos algunos cactus, como mandacaru, xique-xique y corona de fraile, así como la corteza de los árboles y las plantas de bromelia, como la macambira. En el período más seco, todo el rebaño se recolecta en corrales, con suministro de agua y suplemento alimenticio de palma forrajera (*Opuntia* sp.) y forraje almacenado a través de ensilaje y heno. Cuando comienzan las primeras lluvias, los rebaños se liberan nuevamente para pastar.

Las chacras - el área de Japón

El área donde se concentran las chacras en la comunidad Ouricuri es muy peculiar porque reúne toda la actividad agrícola, se asigna en un parche de suelo con características deseables para la actividad, con suelo fértil, profundo y alta capacidad de retención de humedad. Esta área de 170 hectáreas fue descubierta hace unos 60 años, en un lugar lejos de la sede de la comunidad, a más de 2 km, una característica que definió el nombre del área como «Japón». Japón está dividido en más de 100 pequeñas chacras familiares rodeadas de áreas que van de una a tres hectáreas. Estas áreas tienen un sistema de título de propiedad, donde se venden los lotes. Hay chacras en Japón que pertenecen a familias en las comunidades vecinas, una práctica considerada común, ya que también allí hay familias de Ouricuri con chacras familiares. No se permiten animales en esta área. El uso principal de las chacras en Japón es para el cultivo de mandioca para la producción de harina. Es de destacar que la comunidad una vez tuvo cinco casas de harina en funcionamiento, todas actualmente desactivadas. La actividad comenzó a disminuir debido a la inestabilidad de la producción, principalmente por factores climáticos, con la producción de harina abandonada en 2003.

Actualmente, la producción en las chacras de Japón se lleva a cabo solo con el agua disponible de la temporada de lluvias, caracterizada como agricultura dependiente de la lluvia en la región semiárida, con un promedio de 480 mm/año. Los cultivos en las chacras de Japón representan una gran diversidad que resistió a la última gran sequía. La aplicación de una versión adaptada de la herramienta de análisis participativo de cuatro celdas (Boef y otros, 2007) mostró 24 especies cultivadas en las chacras (Figura 14.2). Las plantas frutales, aunque presentes, están en menos cantidades y en algunas áreas de estos campos, lo que refuerza

la característica local de priorizar las especies agrícolas anuales o semiperennes. Por lo tanto, se observó que los cultivos típicamente agrícolas, para la seguridad alimentaria (de humanos y animales), como el maíz, la mandioca, el jerimum y los porotos, aparecen en las quintas de todas las familias y en grandes áreas[4].

Figura 14.2. Mapa temático del subsistema Chacras Japón de la comunidad Fundo de Pasto Ouricuri, Uauá, BA.

Fuente: Laboratorio de Geoprocesamiento de Embrapa Semiárido.

Los cultivos forrajeros, como el sorgo y el pasto (*napier* y *buffel*), han comenzado a ganar espacio en las áreas de las chacras. Esta es una estrategia que las familias han estado adoptando después de los últimos años de sequía, migrando cada vez más para fortalecer la producción de cabras y ovejas de forma complementaria y reduciendo la presión de la alimentación de los rebaños en la caatinga.

Otra característica destacada de la comunidad es la plantación de especies nativas de caatinga en las chacras, especialmente mandacaru. Mandacaru se planta en las chacras a partir de esquejes, semillas o plántulas que se encuentran en el medioambiente y se trasplantan. La maracuyá de caatinga es otra especie nativa que se cultiva tanto en las cercas de las chacras como dentro de las áreas, bajo la tutoría de árboles frutales. Otras plantas nativas son ahorradas y preservadas en

4 Área (pequeña, mediana o grande) en relación con los tamaños medios de las áreas cultivadas. Es una medida relativa, discutida y consensuada por la comunidad, como parámetro.

el manejo, como es el caso del umbuzeiro, con alta densidad en las chacras, y el licurizeiro. Umbuzeiro se planta por medio de plántulas o semillas traídas junto con estiércol de cabra, que germinan naturalmente, evitando el deshierbe de las áreas.

Las chacras se cultivan utilizando un sistema tradicional, en consorcios y rotación de cultivos. Las áreas plantadas con *macaxeira* (mandioca de mesa) se aran cada 10 años. Las áreas, cuando se fertilizan, se hacen con estiércol de ganado caprino y oveja acumulado en corrales o cercas. El ciclo de cultivo dura de uno a dos años, dependiendo de la lluvia y la condición del suelo. *Macaxeira* se cultiva en asociación con la sandía. Los espacios vacíos que dejan las plantas muertas se utilizan para insertar otros cultivos. La *macaxeira* reemplazó el cultivo de mandioca debido a su versatilidad: puede ser consumida fresca por la familia, se vende fácilmente (sin procesamiento) en las ferias de Uauá, y también sirve como forraje para los animales. Los impactos del último ciclo de sequía se reflejan en la pérdida de al menos siete variedades criollas de *macaxeira* con más de 100 años en la comunidad (Tabla 14.4), y otras variedades y especies tradicionales (Tabla 14.5). Solo un tutor conserva las variedades tradicionales de *macaxeira* que actualmente se encuentran en la comunidad.

Variedades de macaxeira	Situación de conservación	Tiempo de vida
Manteiga	Preservada	≥ 100 años
Rosinha	Preservada	≥ 20 años
Preto	Preservada	≥ 100 años
Raiz amarela	Preservada	≥ 100 años
Branca	Perdida	≥ 100 años
Purci	Perdida	≥ 100 años
Sergipana	Perdida	≥ 100 años
Pornunça	Perdida	≥ 100 años
Caiana (indígena)	Perdida	≥ 100 años
Cacau	Perdida	≥ 100 años
Goiana	Perdida	≥ 100 años

Tabla 14.4. Variedades de *macaxeira* (mandioca de mesa) perdidas y preservadas, y tiempo de existencia en la comunidad Ouricuri. Mapeo agroecológico, año 2018.

Cultivos alimentarios anuales, como el maíz, los porotos, la calabaza, el sésamo, la sandía y el melón, se plantan en el consorcio; y cultivos perennes y semiperennes, como árboles frutales y plantas forrajeras, como arveja (*Cajanus cajan*), también se incorporan en estas mismas áreas. La preparación de áreas para cultivos anuales se lleva a cabo cada dos años, arando con tracción animal, tradicionalmente llamada *escavando a terra.* Como fuente de fertilizante, solo se

utiliza el estiércol acumulado en los corrales. El desmalezado se realiza de tres a cuatro veces, dependiendo del ciclo de lluvia y el desarrollo del cultivo. No se aplican prácticas naturales o químicas para el control de plagas y enfermedades, por el contrario, se informó que «solo cosecha lo que produce, si no produce, no cosecha». La mayor parte de la producción se utiliza para alimentar a familias y animales, pocas realizan plantaciones para la venta.

Especies	Variedad
Maíz (*Zea mays*)	Cateto
	Crioulo
Poroto tape (*Vignia ungliculata*)	Borrachudo
	Vermelho
	Corujinha
	Azul
Luffa (*Luffa* sp.)	Nativa
Caxi Doce (*Lagenaria* sp.)	Caxi Doce
Algodón (*Gossipyum* sp.)	Arbóreo
Calabaza (*Curcubita* spp.)	Jacaré

Tabla 14.5. Variedades criollas perdidas de la comunidad Ouricuri. Mapeo agroecológico, año 2018.

Las áreas donde se ubican las casas de las familias tienen entre tres y cinco hectáreas y se subdividen en pequeños espacios llamados *cercas* (Figura 14.3). Estas cercas se dividen en sectores para el cultivo de plantas (frutas, verduras, medicinales, ornamentales, chacras de forrajes y cultivos alimentarios) y la crianza de pequeños animales (Tablas 14.6 y 14.7). La mayor diversidad de especies y usos se conserva y maneja en las huertas por mujeres de la comunidad.
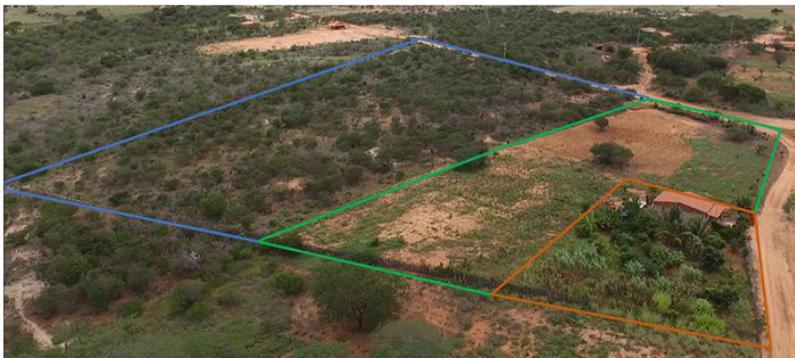
Figura 14.3. Representación de áreas familiares en la comunidad tradicional Fundo de Pasto Ouricuri, Uauá/BA, compuesta por corrales de los animales —maternidad, área libre y pocilga (línea azul)—, quinta —agricultura dependiente de la lluvia, cultivo de forrajes y plantas alimenticias, crianza de pequeños animales, gallinero y pocilga (línea verde)—, y huerta agroforestal —sistema agroforestal, frutas y verduras, cría de pequeños animales, gallinero y pocilga (línea naranja).

Fuente: Imagen obtenida por dron, Embrapa Semiárido.

Las plantas más cercanas a las casas se riegan con la reutilización de agua doméstica y se fertilizan con estiércol y desechos orgánicos. Después del sector de cultivo, la siguiente subdivisión del área se dedica a la cría de aves (pollos, pavos, pollos de angola, codornices y pocilgas). También podemos observar los corrales con pequeños establos para ganado vacuno, caballos, y corrales donde se mantienen cabras y ovejas, hembras preñadas, recién nacidos o animales para engorde.

Áreas familiares – huertas agroforestales y corrales de animales

En las áreas familiares también hay zonas para el cultivo de plantas forrajeras, principalmente palma y sorgo. Las chacras y los corrales de animales varían de una a tres hectáreas y, generalmente, tienen algún reservorio/fuente de agua para riego suplementario (de recuperación).

La gestión de los recintos en áreas familiares la realizan principalmente mujeres. En la división del trabajo familiar, se encargan de la organización de las tareas domésticas y dedican la mayor cantidad de tiempo al cuidado de las pequeñas granjas y el cultivo de huertos y jardines: preparación del suelo, plantado de plántulas y semillas, fertilización orgánica, poda y otros. También realizan tratamientos culturales, hasta la cosecha y la preparación de alimentos.

El tabaco, la *manipueira*, la pimienta negra, el detergente y el aceite mineral se usan para controlar algunas plagas. Las plántulas y las semillas se obtienen de intercambios con vecinos o se compran en la feria y se comercializan en Uauá. Las

semillas de poroto (*Phaseolus* sp. o *Vigna* sp.), arveja (*Cajanus cajan*) y maíz (*Zea mays*) se almacenan en botellas de plástico o vidrio. Debido a la última estación seca, la producción de plantas en estas áreas se ha reducido drásticamente, sin excedentes para la comercialización. Los animales pequeños, como pollos y cerdos, que consumen parte de este excedente, se han reducido en casi un 70 % en los últimos cinco años.

Plantas medicinales	**Plantas alimenticias***
Romero (*Rosmarinus officinalis* L.)	Poroto (*Vigna* sp.)
Ishpingo (*Amburana cearensis*)	Maíz (*Zea mays*)
Aloe vera (*Aloe vera*)	Arveja (*Cajanus cajan*)
Malva Santa (Indeterminado)	Sandía (*Citrullus lanatus*)
Palo de hierro (*Libidibia ferrea*)	Calabaza (*Cucurbita* sp)
Menta (*Mentha* sp.)	Cilantro (*Coriandrum sativum*)
Pai de chicão (alfavaca) (Indeterminado)	Lechuga (*Lactuca sativa*)
Granada (*Punica granatum* L.)	Cebolla (*Allium cepa*)
Erva de preá (Indeterminado)	Remolacha (a veces) (*Beta* sp.)
Canapú (Indeterminado)	Zanahoria (a veces) (*Daucus carota*)
Limón (*Citrus sp.*)	Maracuyá (maracuyá comercial) (*Passiflora edulis*)
Ruda *(Ruta graveolens* L.)	Mango (1) (*Mangifera indica*)
Melisa *(Melissa* sp.)	Mandarina (1) (*Citrus reticulata*)
Hierba del cuchillo (*Pimpinella* sp.*)*	Acerola (1) (*Malpighia emarginata*)
Boldo (*Peumus* sp.)	Guayaba (1) (*Psidium guajava*)
Vicky (Indeterminado)	Plátano (1) (*Musa* sp)
Epazote (*Dysphania ambrosioides*)	Coco (1) (*Cocos nucifera*)
Malvão (Indeterminado)	Naranja (1) (*Citrus sinensis*)
Novalgina (Indeterminado)	Limón (1) (*Citrus limon*)
Agua de elefante (Indeterminado)	Umbú (1) (*Spondias tuberosa*)
Carcanapire macho (*Croton conduplicatus*)	Habanero (*Capsicum chinense*)
Catingueira (*Caesalpinia pyramidalis)*	Ají amarillo (*Capsicum baccatum*)
Flor de hoja (*Phyllanthus* sp.)	Chile tabasco (*Capsicum frutescens*)
Hierba limón (*Cymbopogon citratus)*	Ciruela (*Spondias purpúrea*)
Jerônimo (*mãe Jerônimo*) (Indeterminado)	Licuri (*Syagrus coronata*)

Tabla 14.6. Lista de plantas para uso medicinal y alimentario en los recintos de áreas familiares/huertas agroforestales. Mapeo agroecológico, año 2018.

(*) Los números entre paréntesis se refieren al promedio de individuos de la especie por huerta.

Las estructuras de las casas más antiguas son de ladrillos de adobe, hechas

a mano por las familias, que utilizan un suelo específico para su fabricación. Los techos usaban madera aserrada obtenida de los árboles de la caatinga, que existían en abundancia en la región en el pasado, y las tejas eran de cerámica. Actualmente, las casas más nuevas están hechas con bloques y cemento, siguiendo los estándares convencionales de construcción civil. Las estufas de leña siguen siendo muy comunes en los hogares, aunque prácticamente todas las familias tienen una estufa de gas. La extracción de leña y el corte para uso doméstico en estufas también es una actividad realizada por mujeres, y las principales especies utilizadas para la extracción de leña son calumbi, aroeira, catingueira y angico. Para la delimitación de las áreas de cercado se usan cercas tradicionales hechas con madera seca, también tomada de la caatinga, llamadas *faxina*, además de cercas con alambre de púas o liso.

Plantas forrajeras	**Especies de caatinga en recintos**
Leucena (*Leucaena leucocephala*)	Mandacaru (*Cereus jamacaru)*
Arveja (*Cajanus cajan*)	Gorro turco (*Melocactus* sp.)
Buffel grass (*Cenchrus ciliares*)	Pinhão bravo (*Jatropha molissima)*
Palma (*Opuntia* sp.)	Favela (*Cnidoscolus* sp.)
Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)	Catingueira de porco (*Caesalpinia pyramidalis)*
Sandía de caballo (Indeterminado)	Umbú (*Spondias tuberosa* Arruda.)
Sandía (*Citrullus lanatus*)	Quebra Facão (*Croton conduplicatus* Kunth.)
Cardón (*Cereus jamacaru* DC.)	Calumbi (*Mimosa arenosa)*
Xique-xique (*Pilosocereus* sp.)	Angico (Indeterminado, *Anadenathera* sp. ou *Piptadenia monilliformis*)
Coroa de frade (*Melocatus* sp.)	Maracuyá del arbusto (*Passiflora cincinnata*)
Helecho (bromelia) (*Tillandsia sp.*)	Palmatória (*Opuntia* sp.)
Sorgo (*Sorghum* sp.)	Rabo de raposa (Indeterminado)
Enxerco (trepadera) (Indeterminado)	Cachacupi (Indeterminado)
Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.)	Arindeúva (*Myracroduon urundeuva)*
Maniçoba (*Manihot* sp.)	Alecrim do campo (Indeterminado)
Favela (*Cnidoscolus* sp.)	Palo de hierra (*Libidibia ferrea)*
Algodón (Indeterminado)	Juazeiro (*Ziziphus joazeiro)*
Pepinillo (*Cucumis* sp.)	Umburana de cheiro (*Amburana cearenses)*
Licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.)	Imburana de Cambão (*Commiphora leptophloeos)*
Tamarindo (*Tamarindus indica* L.)	Ébano ornamental (*Geoffroea spinosa* Jacq.)

Tabla 14.7. Lista de plantas forrajeras y especies de caatinga en los recintos de áreas familiares. Mapeo agroecológico, año 2018.

CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

Las formas de vida tradicionales en el semiárido brasileño tienen una historia marcada por las luchas por el acceso al agua, la garantía y el reconocimiento de sus territorios, y por llevar a cabo actividades agrícolas y extractivas integradas, muy dependientes de la caatinga.

El sistema agrícola tradicional Fundo de Pasto moviliza y articula conocimientos y prácticas acumuladas y validadas, que fomentan la interacción social de la comunidad y la gestión colectiva del territorio y en relación con las comunidades vecinas.

El mapeo agroecológico demostró ser una excelente herramienta para el diálogo entre el conocimiento técnico-científico, y el conocimiento y las prácticas locales, permitiendo una comprensión amplia y rápida del territorio y el manejo de la biodiversidad y la agrobiodiversidad, bases para la autonomía y la flexibilidad de las comunidades en sus territorios. Las Figuras 14.4 a 14.12 muestran mapas y resultados del mapeo agroecológico realizado por el Laboratorio de Geoprocesamiento de Embrapa Semiárido, en el territorio de la comunidad de Fundo de Pasto de Ouricuri, Uauá, BA.

Procesos de domesticación pueden estar teniendo lugar en la comunidad especialmente debido al desarrollo pionero de un sistema de cultivo de mandacaru, una experiencia destacada entre las familias. Se están probando diferentes formas de siembra (por semillas, esquejes y plántulas) en diferentes sistemas de manejo y lugares de la comunidad (chacras y áreas familiares). Especies como el umbuzeiro y la maracuyá de caatinga también están sufriendo la influencia directa del manejo y el cultivo.

Los mapas temáticos generados son resultados prácticos que regresan como productos de autoría de la propia comunidad, que pueden usarse en procesos educativos, en las escuelas y en la asociación, como un enfoque de asistencia técnica (ATER) o como otra herramienta de lucha y disputa por políticas públicas y en defensa de los territorios tradicionalmente ocupados. Los mapas temáticos también pueden usarse como herramientas de gestión y planificación para definir acuerdos para el uso individual y colectivo del territorio y los componentes de la biodiversidad.

Para esto, así como para otras comunidades de Fundo de Pasto, es fundamental y esencial garantizar la posesión y el uso de los territorios tradicionalmente ocupados. Acceso a tecnologías sociales para capturar y almacenar agua de lluvia, reservas de alimentos, forraje y semillas; incluidas «semillas» que permiten la reproducción vegetativa de especies de variedades que se mantienen vivas en huertas y chacras, como las ramas, estolones y otros, también son esenciales para las comunidades como estrategia para vivir en la región semiárida. La garantía y la defensa de este

estilo de vida en la región semiárida de Bahía deben ser prioridad en las estrategias de conservación in situ de la agrobiodiversidad, integradas con estrategias de conservación ex situ. El acceso a políticas públicas que garanticen el asesoramiento técnico y la extensión rural agroecológica y de calidad también es fundamental para el fortalecimiento de la comunidad y su papel en la generación de ingresos, la conservación de la caatinga y el mantenimiento de los altos niveles de diversidad.

Para tener una idea de la diversidad de especies y variedades conservadas, manejadas y utilizadas por la comunidad mientras se mantiene la caatinga en pie, destacamos, de manera sintética, que el mapeo agroecológico a través de la integración de diferentes metodologías y enfoques permitió la identificación rápida de especies y variedades de plantas y animales nativos y domesticados o adaptados a la caatinga, que se muestran en los siguientes números: más de 150 especies diferentes, 54 de las cuales son nativas de la caatinga, y 96 especies cultivadas, incluidas plantas medicinales, forrajeras, ornamentales y alimenticias. La diversidad de variedades de *macaxeira* cultivadas alcanzó a 11 diferentes, algunas perdidas. La fauna silvestre mencionada por la comunidad alcanzó el número de 52 especies diferentes. En relación con los animales de granja, incluidas aves (pollo, pavo, codorniz, pato, pavo real), caballos, vacas, cerdos, mulas, ovejas y cabras, destaca el mantenimiento de razas de cabras adaptadas localmente, genéricamente llamadas *pé duro*, con 10 tipos diferentes de razas locales.

Esta encuesta inicial es el resultado de una perspectiva de investigación dialógica. Partimos de la suposición de que el conocimiento puede producirse a partir del encuentro entre el conocimiento técnico-científico y el popular (Brandão, 1999). Buscamos con la metodología de investigación participativa construir mapas y tablas *con* la comunidad, y no *para* la comunidad. Este capítulo participa en una perspectiva de investigación en la que dos formas diferentes de conocer el mundo se encuentran y hablan. El taller que precedió al mapeo agroecológico es el resultado del aprendizaje mutuo, entre el equipo de investigadores y estudiantes y la gente de la comunidad. Por lo tanto, nos damos cuenta de que podemos apuntar al menos a reducir las distancias que aún persisten entre el conocimiento tradicional y el científico. Nuestro desafío principal es, considerando esta perspectiva, presentarlos sin que uno represente la corrección o mejora del otro, sin que uno sea superior o inferior al otro; pero, uno al lado del otro, ambos representan una posible forma de conocimiento en la que hay ganancia para todos.

CRÉDITOS

Dibujos/figuras/ilustraciones: Priscila Helena Machado

Mapas: Lucas Ricardo S. Almeida; Fabricio Bianchini; Priscilla Helena Machado

Figura 14.4. Mapa de los extremos o límites y delimitación del perímetro total del territorio de la comunidad Fundo de Pasto de Ouricuri, Uauá, BA.

Fuente: Laboratorio de Geoprocesamiento de Embrapa Semiárido.
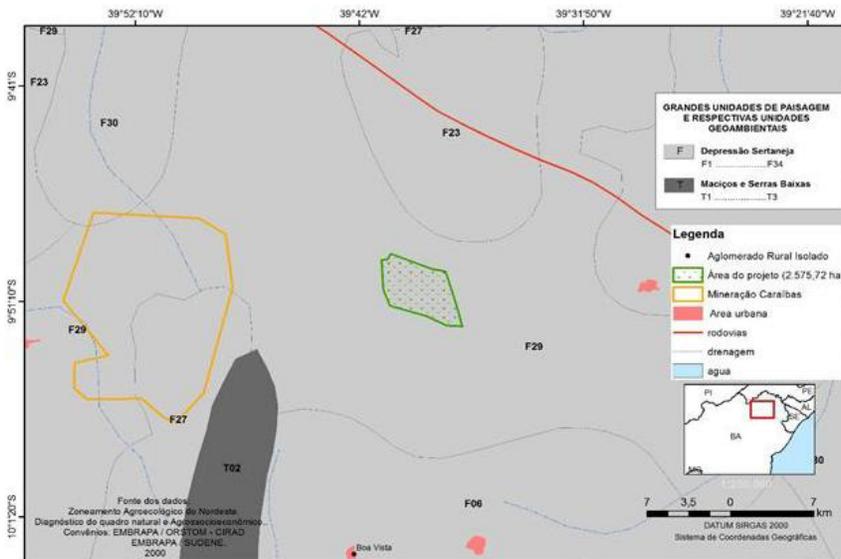
Figura 14.5. Mapa de identificación de la Gran Unidad del Paisaje y la Unidad Geoambiental de la Zonificación Agroecológica del Nordeste que involucra a la comunidad Ouricuri Fundo de Pasto, Uauá, BA.
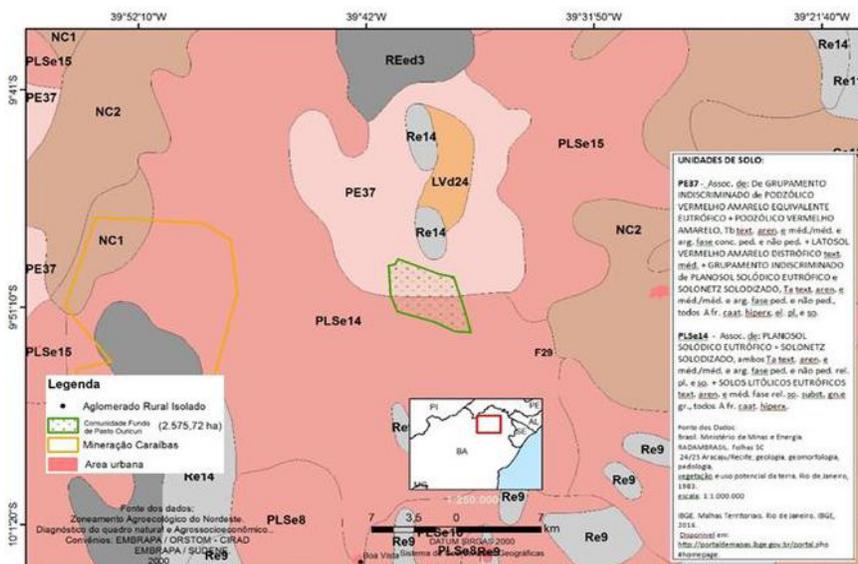
Figura 14.6. Mapa de caracterización de suelos del estado de Bahía con la ubicación de la comunidad Fundo de Pasto Ouricuri, Uauá, BA.

Fuente: *Mapa de suelos del estado de Bahía*.
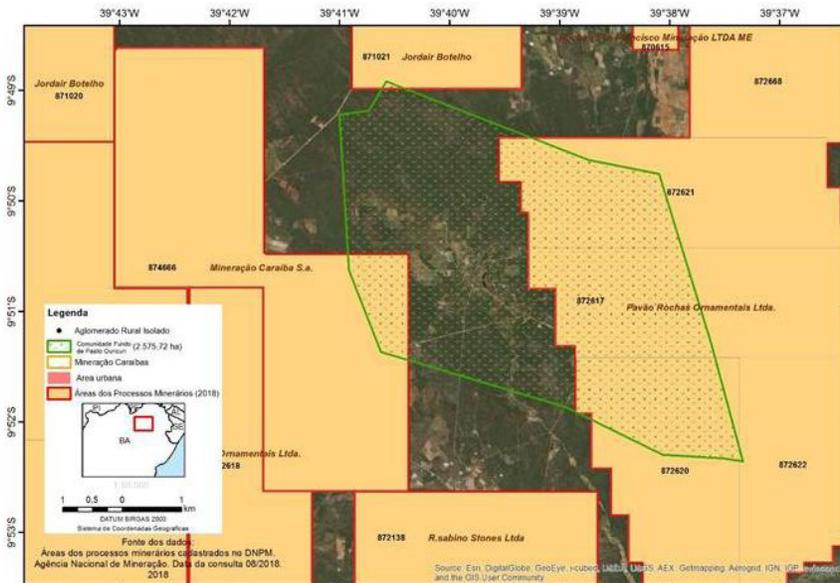
Figura 14.7. Mapa sobre lotes mineros permitidos para la investigación de la exploración minera de níquel y mármol, que se superpone al territorio de la comunidad Fundo de Pasto Ouricuri, Uauá, BA.

Figura 14.8. Mapa temático de la historia de la ocupación de la comunidad Fundo de Pasto Ouricuri, Uauá, BA.

Figura 14.9. Mapa temático del subsistema áreas individuales de la comunidad Fundo de Pasto Ouricuri, Uauá, BA.

Figura 14.10. Mapa temático del subsistema Fundo de Pasto de la comunidad Fundo de Pasto Ouricuri, Uauá, BA.

Figura 14.11. Mapa temático del agroecosistema y los subsistemas componentes de la comunidad Fundo de Pasto Ouricuri, Uauá, Ba.

Fuente: Laboratorio de Geoprocesamiento de Embrapa Semiárido.

Figura 14.12. Mapa de la cobertura forestal y la deforestación en la comunidad Fundo de Pasto Ouricuri, Uauá, Ba.

Fuente: Laboratorio de Geoprocesamiento de Embrapa Semiárido.

REFERENCIAS

Alcântara, D.M.; Germani, G. I. (2009) Fundo de pasto: um conceito em movimento. In: Anais do 8º Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Geografia, ENANPEGE, Curitiba.

Boef, W.S.; Thijssen, M.T.; Ogliari, J.B.; Sthapit, B. (2007) Agricultores e biodiversidade: fortalecendo manejo comunitário de biodiversidade. L&PM, Porto Alegre.

Boege S.E. (2008) El patrimonio biocultural de los pueblos indígenas de México. Instituto Nacional de Antropología e História: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas, Cidade do México.

Brandão, C.R. (1999) Pesquisa participante. 8 ed. Brasiliense, São Paulo.

Bustamante, P.G.; Barbieri, R.L.; Santilli, J. (2017) Conservação e uso da agrobiodiversidade: relatos de experiências locais. Embrapa, Brasilia. (Coleção Transição Agroecológica; v. 3).

Emperaire L., van Velthem L., Oliveira A.G. (2008) Patrimônio cultural imaterial e sistema agrícola: o manejo da diversidade agrícola no médio Rio Negro (AM). In: Anais da 26ª Reunião Brasileira de Antropologia, ABA, Porto Seguro.

Garcez, A.N.R. (1987) Fundo de pasto: um projeto de vida sertanejo. INTERBA/SEPLANTEC/CAR, Salvador.

Germani, G.I.; Alcântara, D.M. (2005) Fundos de pasto: espaços comunais em terras baianas. In: Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Harlan, J.R. (1995) The living fields: our agricultural heritage. Cambrige University Press, Cambridge.

Toledo, V.M.; Barrera-Bassols, N. (2015) A memória biocultural: a importância ecológica das sabedorias tradicionais. Expressão Popular, São Paulo.

CAPÍTULO 15

AGROBIODIVERSIDAD DE LA MANDIOCA DEL ACRE

Aceptado: 03/11/2020

Amauri Siviero
Ingeniero agrónomo
Máster en Fitopatología
Doctor en Agronomía (Protección de Plantas)
Investigador de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Acre
Rio Branco, Acre, Brasil

Lauro Saraiva Lessa
Ingeniero agrónomo
Máster en Ciencias Agrarias
Doctor en Ciencias Agrarias
Analista de P&D de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Acre
Rio Branco, Acre, Brasil

INTRODUCCIÓN

La mandioca, *Manihot esculenta Crantz*, es la planta más antigua que se cultiva en Brasil (Clement y otros, 2010). La especie está muy extendida en los países tropicales de los continentes americano, africano y asiático, siendo una de las mayores contribuciones a la erradicación del hambre en las personas de las regiones pobres del mundo.

La mandioca es una planta dicotiledónea perteneciente a la familia *Euphorbiaceae*. Olsen y Schaal (1999) investigaron la variación genética, los orígenes evolutivos y geográficos de la mandioca, y la estructura de la población de los parientes silvestres y concluyeron que el suroeste de la Amazonía es el lugar de origen y domesticación de la mandioca cultivada (Figura 15.1).
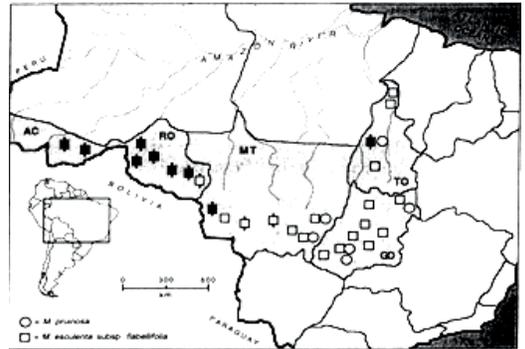
Figura 15.1. Mapa de origen de la mandioca adaptado de Olsen y Schaal (1999).

Es una planta extremadamente diversificada y rica en numerosos tipos y variedades en la Amazonía, que representa un reservorio genético innegable para el mundo. Rogers (1972) informa que, en parcelas antiguas, la mandioca (*M. esculenta*) se cultiva y «abandona», donde se encuentran numerosas especies silvestres que pueden cruzarse con especies cultivadas y originar nuevas razas colonizadoras.

La mandioca es un buen modelo para el análisis y los estudios sobre las interrelaciones entre la sociedad, los recursos fitogenéticos y las condiciones ecológicas porque es una planta

ampliamente cultivada por poblaciones indígenas, de raza mixta y colonizadores, y está representada por una gran cantidad de variedades (Emperaire y otros, 2003). El lazo entre el agricultor y la variedad de mandioca es sinónimo de un fuerte vínculo entre los seres humanos y la naturaleza. Comprenderlo es la clave para la conservación de las variedades locales, un tesoro importante para el futuro. Los principales poseedores de materiales silvestres y variedades criollas de mandioca en el Amazonas son las poblaciones locales distribuidas en las diversas tierras indígenas, y entre los agricultores ubicados en el continente y a las orillas de los ríos.

Investigaciones recientes informan grandes diferencias en la estructura y la distribución espacial de la diversidad genética de las variedades de mandioca en la Amazonía, denunciando una cierta ausencia de patrones robustos de estructura genética. También se evidenció la hipótesis de la dispersión temprana de la mandioca en la Amazonía brasileña, y que la mandioca «amarga» y la «dulce» tienen el mismo origen (Pereira y otros, 2018). Este conocimiento es valioso para mantener y conservar la impresionante diversidad de variedades.

Es necesario planificar estrategias para la conservación y preservación de los recursos genéticos in situ, principalmente para evitar la erosión genética. Se debe hacer hincapié en la conservación de la diversidad genética presente en las formas tradicionales de agricultura. Existen pocos estudios sobre el manejo agrícola de chacras, la diversidad y los procesos involucrados con la dinámica evolutiva de las etnovariedades, y sus interacciones con los aspectos culturales y económicos de las comunidades tradicionales. Los estudios de Emperaire y otros (2003) confirman la distribución de diferentes grupos de *Manihot esculenta* con alta variabilidad genética, conservados y manejados por agricultores familiares en la Amazonía. La variabilidad genética de la planta mantenida en la granja, las huertas, las chacras, los sistemas agroforestales, los bosques y los matorrales asociados con el proceso de selección sociocultural continúa llevada a cabo por los agricultores locales en la Amazonía, que a lo largo de la historia de la agricultura fueron los vectores de la etnoconservación de *Manihot esculenta*.

Son bastante comunes los informes de plantas de mandioca germinadas espontáneamente de semillas e incorporadas al conjunto de clones cultivados por agricultores indígenas que amplifican la variabilidad genética (Boster, 1984; Martins, 2005). Esta es una gran ventaja para los programas de mejoramiento de la mandioca, ya que, una vez identificadas las variedades con características deseables agronómicamente y más prometedoras, los caracteres pueden ser establecidos por reproducción vegetativa, y nuevos genotipos son creados por el cruce o la selección.

La mandioca tiene una gran variabilidad fenotípica cuando se evaluó por medio de las características morfológicas. La selección y conservación de especies

silvestres y variedades locales de mandioca son prácticas inscritas en el tiempo, que reflejan la interacción entre la naturaleza y los humanos en procesos a largo plazo.

El modelo de dinámica evolutiva de la mandioca supone que la chacra es la unidad evolutiva básica, siendo el lugar donde operan los procesos de generación, amplificación y mantenimiento de la variabilidad genética, lo que indica que la variabilidad genética se concentra dentro de la chacra (Martins, 1994). En este contexto, es importante destacar el papel de las poblaciones tradicionales e indígenas y el sistema agrícola tradicional como agentes importantes para la conservación y expansión de la variabilidad genética en el cultivo de mandioca (Martins, 2005).

Por lo tanto, en cada chacra de la Amazonía se puede encontrar una considerable diversidad de variedades de mandioca. No siempre es posible definir con precisión las características específicas o comunes de una variedad o el nombre exacto y el número de variedades utilizadas en el mismo lugar. El mercado presiona por el mantenimiento de una cierta diversidad de variedades en el campo debido a la pluralidad de productos vendidos: harina de agua, harina seca, *tapioca*, goma, *tucupi*, *maniçoba*, *macaxeira* y otros.

A pesar de esta posible amenaza de erosión genética del cultivo en la Amazonía, todavía hay mucha riqueza en variedades de mandioca domesticadas hace miles de años por los pueblos indígenas y las poblaciones locales (Clement y otros, 2016). Sin embargo, una encuesta realizada en el río Negro muestra que la cantidad de variedades de mandioca cultivadas en una comunidad se ha reducido a la mitad en diez años, con 66 variedades incluidas en 1996 (Emperaire y otros, 2016).

LA COMPLICADA NOMENCLATURA DE LAS VARIEDADES DE LA MANDIOCA

La nomenclatura popular de una variedad de mandioca es variada, lo que crea una enorme dificultad para separar o agrupar los tipos/variedades. El nombre común *mandioca* está muy extendido. Sin embargo, toma diferentes nombres a nivel regional, como: *aipim* y *macaxeira*, este último más común en la Amazonía.

Una variedad local del mismo nombre a menudo asume sus propias características morfológicas, como el color del tallo y el pecíolo, o la forma de las hojas, que los agricultores a menudo no consideran. Por lo tanto, una variedad específica recibe muchos nombres diferentes. Por otro lado, el mismo nombre se atribuye a diferentes variedades en el campo, causando confusión.

Los agricultores diferencian las variedades de mandioca en el campo por sus características de color de pulpa, como blanco, crema o amarillo, y por las cualidades organolépticas, como la riqueza en almidón y la calidad de la harina.

Algunos agricultores citan diferencias en las variedades, como la longitud del ciclo, la altura y el origen geográfico. Otro criterio que usan los agricultores para separar o agrupar las plantas es la división entre mandioca «amarga» y «dulce».

La asociación de datos moleculares y agronómicos es una fuente importante de información para la caracterización de variedades de mandioca, y deshace la confusión sobre la identidad genética de las variedades. Siviero y otros (2018) identificaron las variedades *caboquinha* (Juruá), *paxiubão* (Xapuri), *BRS ribeirinha* (Río Branco) y *pirarucu* (Sena Madureira) como redundantes, que se cultivan ampliamente en Acre. Algunos problemas asociados con la colección, la idoneidad del informante y la experiencia agronómica de los recolectores también pueden generar datos contrastantes entre la información del nombre de la variedad obtenida en el campo y la verdadera identidad del material genético.

En el campo de las variedades autóctonas cultivadas en Acre, Cortez y otros (2016) informaron la presencia de 24 variedades de mandioca en la misma tierra indígena de la etnia Kaxinawá. En otra encuesta, se registraron 16 variedades locales de mandioca entre las Kulinas (Haverroth y Negreiros, 2011). Siviero y Haverroth (2013) describieron 14 variedades de mandioca y *macaxeiras* que se cultivan en la tierra indígena Kaxinawá de Nova Olinda, Feijó, Acre. Las variaciones en las formas, el color de las hojas y los tallos de mandioca de la tierra indígena Kaxinawá de Nova Olinda se pueden ver en la Figura 15.2.

Figura 15.2. Variabilidad de la forma de la hoja y el tallo de las variedades de mandioca cultivadas en la tierra indígena Kaxinawá de Nova Olinda, Feijó, Acre.

Fotos: Amauri Siviero.

ESTUDIOS DE VARIEDADES DE MANDIOCA EN ACRE

La producción de la famosa harina de mandioca del municipio de Cruzeiro do Sul es una tradición introducida por inmigrantes del noreste, que resultó en un producto con un sello de indicación geográfica debido a las características peculiares. Este conocimiento local está asociado con la forma de actuar y debe preservarse como patrimonio local.

El estudio sobre harina especial de Cruzeiro do Sul se ha intensificado en todas las direcciones. En el Vale do Juruá se encontró que la elección de la variedad de mandioca que se siembra sigue el conocimiento y las pretensiones de los agricultores que la priorizan según el tiempo que pretenden cosechar, el tipo de suelo en el que se plantará, el color preferido o demandado por el mercado, la resistencia a la podredumbre, entre otros aspectos (Velthem y Katz, 2012).

En la Reserva Extractiva del Alto Juruá se encuestaron 16 variedades de mandioca con 29 agricultores en 1995. Se observó una menor diversidad aguas arriba, donde residen menos familias. Las variedades *milagrosa* y *mulatinha* fueron las más cultivadas, siendo las más preferidas para la fabricación de harina (Emperaire, 2002).

Pantoja Franco y otros (2000) encontraron el cultivo de variedades en la misma plantación/chacra, llamadas chacras de mandioca en la región del Alto Reserva Extractiva de Juruá, como: *mulatinha*, *milagrosa*, *bambú*, *mata gato*, *cumaru*, *olho verde*, *roça preta*, *surubim*, *amarelinha*, *kampa*, *ararão, santa rosa*, *fortaleza*, *juriti*, *amarelão* y *curumim*. Los agricultores clasificaron las variedades como amargas (bravas) y dulces (mansas). El estudio también incluyó variedades utilizadas en aldeas indígenas en el Alto Río Juruá, muchas con el mismo nombre que las reportadas por Emperaire (2002).

En la comunidad del Croa, Juruá, se verificó una diversidad de 18 variedades de mandioca. La variedad *caboclinha*, también conocida como *caetana* o *pretona*, es la preferida por los agricultores familiares en el valle del río Juruá. Esta variedad tiene un ciclo largo, raíces gruesas y productivas con pocas fibras, generando una harina homogénea de calidad bastante famosa (Emperaire y otros, 2016).

La agrobiodiversidad de la mandioca de Acre es una estimación siempre reducida, debido al bajo número de recolecciones realizadas en comparación con las encuestas sistemáticas en los estados de la región norte. La descripción, la caracterización y la conservación del material vegetal también son factores que limitan la falta de datos sobre *manihot* en la Amazonía. La falta de trabajo de caracterización junto con la burocracia legislativa actual asociada a la recolección y la conservación del material vegetal recolectado tienen un conocimiento limitado sobre las variedades de mandioca en Acre. La recolección y la conservación de material genético, asociadas con la caracterización morfológica, anatómica, botánica, agronómica y el análisis genético del germoplasma de mandioca pueden minimizar el efecto de una posible erosión genética.

La primera cita de la actividad de investigación relacionada con la conservación de los genotipos de mandioca fue realizada por EMBRAPA Acre en 1975, en un proyecto que planeaba estudiar la fertilización, el tiempo de cosecha y evaluar las variedades recolectadas en Río Branco. Este fue el comienzo de la primera

Colección de Mandioca de EMBRAPA Acre, compuesta por las siguientes variedades: *paxiúba*, *branquinha*, *caboquinha*, *baiana*, *metro* y *arauari* (EMBRAPA, 1977). En el bienio 1979-1980, el subproyecto de introducción, evaluación y multiplicación de mandioca en Río Branco recibió más de 16 materiales recolectados en los municipios de Brasiléia y Xapuri, tales como las variedades *xerém*, *vinagreira*, *amarelão*, *pão*, *caruari*, *pacaré*, *paxiubão*, *vassourinha*, *olho-roxo*, *mansa y brava*, *amarela catarinense*, *cabocla*, *goela-de-jacu*, *amarela*, *branca-boliviana* y *varejão* (EMBRAPA, 1981).

Entre 1983 y 1995 hubo años marcados por el mantenimiento y la expansión de la colección de mandioca con variedades recolectadas en Acre, y la introducción de genotipos de EMBRAPA Mandioca y Fruticultura. En 1990, se realizó un trabajo robusto para caracterizar la primera Colección de Mandioca de EMBRAPA Acre, evaluando descriptores vegetativos y reproductivos de 106 accesiones, 66 de las cuales provenían de municipios de Acre (Ritzinger, 1991). En este trabajo, se caracterizó todo el material genético recolectado entre 1981 y 1991.

Entre 2004 y 2010 se realizó un trabajo de caracterización botánica y agronómica en la Colección de Mandioca de EMBRAPA Acre establecida en el Campo Experimental EMBRAPA Acre. En esta ocasión, la colección tenía 104 accesiones, de las que 49 eran dulces y 55 amargas, con 66 accesiones originarias del estado de Acre (Siviero y Schott, 2011). De las accesiones de la colección de mandioca, EMBRAPA Acre seleccionó dos variedades con características agronómicas superiores, *BRS Panati* y *BRS Ribeirinha*, que fueron indicadas para su uso en la producción de harina (Moura y Cunha, 1998) (Figura 15.3).

Figura 15.3. Aspectos de las variedades *BRS Panati* y *BRS Ribeirinha* recomendadas por Embrapa Acre.

Fotos: Amauri Siviero.

La variedad *BRS Panati* tenía una alta capacidad de producción de raíces, un alto contenido de almidón, resistencia a la pudrición de la raíz, además de un bajo contenido de ácido hidrociánico (hcn) en las raíces, lo que permite el uso para la mesa y la industria, y se recomendó para microrregión homogénea de Alto Purús, que se puede plantar en forma individual o intercalada. La *BRS Ribeirinha,* originaria de Amazonas, mostró una alta capacidad de producción de raíces, resistencia a la pudrición de las raíces, contenido promedio de hcn y, por lo tanto, era ideal para la industria y se recomendó para la microrregión del Alto Purús (Moura y Cunha, 1998).

En 2005, se recomendaron otras dos variedades de la Colección de Mandioca de embrapa Acre, llamadas *BRS Caipora* y *BRS Colonial*, indicadas para el consumo de mesa en todo el estado de Acre (Siviero y otros, 2005). La evolución de la cantidad de genotipos (variedades locales + progenies para investigación) de la Colección de Mandioca de embrapa Acre se puede ver en la Figura 15.4. Al principio, la colección consistía solo de variedades locales. Posteriormente, recibió material genético de embrapa Mandioca y Fruticultura y embrapa Amazonía Occidental. A partir de 2015, todo el material exótico, es decir, no recolectado en Acre, fue enviado a embrapa Recursos Genéticos y Biotecnología con fines de conservación.
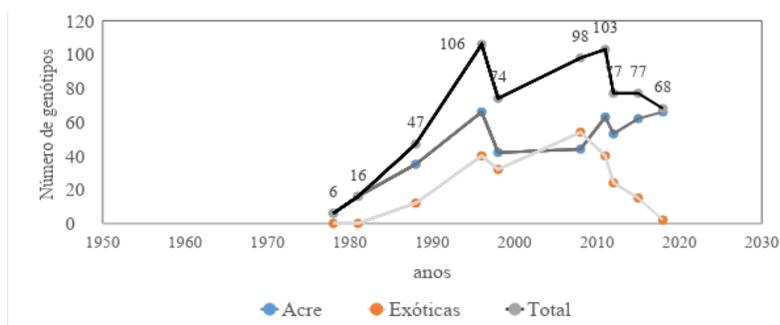
Figura 15.4. Evolución del número de variedades locales e introducidas de mandioca de la Colección de Mandioca de Embrapa Acre.

Actualmente, la Colección de Mandioca EMBRAPA Acre tiene 68 materiales genéticos recolectados en Acre, preservados in vivo en el Campo Experimental de EMBRAPA Acre ubicado en Río Branco. La gran diversidad de variedades de mandioca que se encuentran en Acre es el resultado del proceso de mejoramiento practicado por agricultores, en gran parte responsables del mantenimiento y la conservación de material genético rico que se puede utilizar en programas de mejoramiento de cultivos para ayudar a resolver problemas de cultivos de mandioca.

Con base en esta idea, EMBRAPA Acre comenzó a partir del año 2000 una serie de trabajos de investigación y extensión, con reservas extractivas, tierras indígenas y trabajo en asentamientos humanos para la reforma agraria. Una de las primeras pruebas de campo se llevó a cabo afuera de EMBRAPA Acre, en el municipio de Sena Madureira, donde se implementaron investigaciones utilizando variedades de EMBRAPA Acre y variedades locales, mediante la descripción de las principales características de las variedades de mandioca utilizadas por los agricultores de Polo Agroforestal y la Comunidad de São Bento, Sena Madureira (Tabla 15.4; Figura 15.5).

Variedad	Rendimiento de raíz y harina	Calidad y productos	Ciclo	Desarraigo	Enfermedades
Pirarucú. Poco recogido y preferido por los agricultores	Bueno ++	Buena calidad de harina, cremosa y buena goma	Promedio 1 año	Fácil	Resistente a la pudrición de la raíz
Arrebenta Burro. Amarga y más ramificada	Bueno ++	Inferior a menor a Pirarucú como harina, más amarga	Largo 2 años	Más difícil	+++ resistente a la pudrición de la raíz que la Pirarucú
BRS Ribeirinha EMBRAPA Acre. Pulpa crema dispensa tinte	Bueno +++	Buena calidad	Promedio 1 año	Fácil	Susceptibilidad media a la pudrición de la raíz
Pãozinho Macaxeira. Mandioca de mesa de pulpa blanca	18-20 t/ha	Cocción rápida	Corto 6 a 8 meses	Fácil en suelos arenosos, húmedos y en hileras	Susceptible a la mancha marrón
Amarelinha Macaxeira. Mansa, dulce, de mesa con pulpa amarilla con más vitaminas.	20-22 t/ha	Cocción rápida y no suelta goma	Corto 6 a 8 meses	Fácil en suelos arenosos, mojados o en hileras	Susceptible a la mancha blanca

Tabla 15.4. Características de las variedades de mandioca utilizadas por los agricultores en el Polo Agroforestal y la Comunidad de São Bento, Sena Madureira. Investigación de campo, 2007.

Fuente: Siviero, 2017.

En la Reserva Extractiva Cazumbá-Iracema, ubicada en el municipio de Sena Madureira-AC, se realizaron estudios botánicos y agronómicos con mandioca

domesticada para su propio consumo, y con mandioca para la producción de harina, especialmente para el cultivo de *pirarucú*. Las principales variedades locales encontradas en RESEX fueron: *pirarucú*, *mineira*, *macaxeira do índio*, *chapéu de sol*, *pãozinho*, *olho roxo*, *sutinga*, *jacu's goela*, *yellow* (Siviero y otros, 2012).

En las microrregiones de Acre superior e inferior predominan las variedades: *paxiúba*, *cabocla*, *varejão*, *chapéu de sol*, *aruari*, *araçá*, *chica de coca*, *amarela*, *manteiguinha*, *cruvela*, *olho d´água*, *sutinga*, *zigue-zag*, *pão*, *panati* y *caipora*. Las variedades *paxiúba* y *araçá* son las más cultivadas por los agricultores en el bajo Acre, y la variedad *cabocla*, en el alto Acre (Ritzinger, 1991).

En la región de Sena Madureira, las principales variedades de mandioca utilizadas por los agricultores ubicados en los ríos Caeté y Macauã se describen en la Tabla 15.5. La *pirarucú* es la variedad principal y más popular de mandioca utilizada por los agricultores en la fabricación de harina.

Variedad	**General**	**Productividad**	**Harina**	**Resistencia a la pudrición**	**Peladura**	**Color de pulpa**	**Frecuencia**
Pirarucú	Amarga y precoz	+++++	buena	promedio	promedio	amarillo	10
Mineira	cáscara púrpura dulce	+++	buena	resistente	fácil	blanca	6
Macaxeira do Índio	dulce	++	promedio	resistente	fácil	blanca	5
Chapéu de Sol	fibrosa, dulce, precoz	++	promedio	resistente	fácil	blanca	4
Pãozinho	dulce	++	bueno	promedio	fácil	blanco o amarillo	4
Olho Roxo	fibrosa alta, dulce	++	promedio	susceptible	fácil	blanca	3
Sutinga	dulce	+	promedio	promedio	-	amarillo	1
Goela de Jacu	dulce	+	promedio	promedio	-	crema	1
Amarela	dulce	++	promedio	promedio	-	amarillo	1

Tabla 15.5. Características de las principales variedades de mandioca utilizadas por los agricultores en los ríos Caeté y Macauã.

Fuente: Siviero y otros (2012).

Los estudios con variedades recomendadas por EMBRAPA Acre y variedades locales revelaron que en el alto Juruá las variedades más prevalentes son las de tipo

silvestre, destinadas a la producción de harina, especialmente: *branquinha, amarela* y *chico anjo.* En Mâncio Lima se realizaron estudios sobre las principales variedades cultivadas por agricultores familiares y pueblos indígenas ubicados en el río Juruá. Los resultados de esta investigación se muestran en la Tabla 15.6.

Figura 15.5. Cosecha y descortezado; tipo de raíz; aspecto de la chacra y una casa de harina en la Reserva Extractivista Cazumbá-Iracema, Sena Madureira.

Fotos: Amauri Siviero.

Variedad	Tamaño /ciclo	Arranque	Uso	Brote	Pulpa
Mansa-brava	Medio/medio	Fácil	Mezclado	Morado	Crema
Curumin roxa	Bajo/medio	Medio	Mezclado	Púrpura	Crema
Branquinha	Medio/medio	Fácil	Harina	Verde	Blanca
Caboclinha	Medio/largo	Medio	Harina	Púrpura	Blanca
BRS Colonial	Bajo/corto	Fácil	Mesa	Rojizo	Blanca
BRS Caipora	Alto/medio	Fácil	Mesa	Rojizo	Amarillo
Paxiúba	Alto	Fácil	Harina	Rojizo	Crema
BRS Ribeirinha	Alto	Fácil	Harina	Rojizo	Crema
Chico Anjo	Medio/medio	Fácil	Mezclado	Rojizo	Amarillo

Tabla 15.6. Características de las principales variedades de mandioca utilizadas en la región de Juruá.

Fuente: Adaptado de Siviero y otros (2007).

Las variedades de mandioca más frecuentes entre los agricultores de la región de Cruzeiro do Sul, en orden decreciente de importancia, son: *caboquinha*, *branquinha*, *amarela*, *chico anjo*, *mansa y brava* o *ligeirinha*, *curumim branca, curumim roxa*, *curumim preta* y *mulatinha*. Las variedades *branquinha* y *caboquinha* son de tipo silvestre y son las más utilizadas por los agricultores en la fabricación de harina (Siviero y otros, 2007).

Pero ¿cuántas variedades de mandioca tiene Acre? ¿Cómo se llevaron a cabo la expansión y la conservación del material genético de mandioca en Acre? ¿Cuál es el papel de las instituciones de investigación en la preservación de este inmenso patrimonio? Es difícil medir con precisión el valor numérico de las variedades de mandioca en Acre, dado que la denominación utilizada para la misma variedad difiere de un agricultor a otro y de una región a otra. Asociado a esto, la planta tiene una gran plasticidad fenotípica, es decir, la misma variedad puede presentar características morfológicas variadas, como el color del tallo y el pecíolo o la forma de las hojas, según las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollan. De esta manera, no siempre es posible definir con precisión las características específicas o comunes de una variedad o el número exacto de variedades utilizadas en el mismo lugar.

DESAFÍOS ACTUALES PARA CONSERVAR LAS VARIEDADES DE MANDIOCA EN ACRE

La mandioca se ha utilizado como cultivo para ayudar a reformar los pastos. Al mismo tiempo, grupos de agricultores comienzan el proceso colectivo e integrado de producción de raíces y harina, como ocurre en el Centro Agroforestal de Xapuri. En los sistemas de producción familiar, la mandioca todavía se planta en consorcios con otros cultivos, como arroz, porotos y maíz (Figura 15.6A). Los principales desafíos para los agricultores radican en el alto costo del trabajo de deshierbe (Figura 15.6B), la transformación de la mandioca en harina, la falta de asistencia técnica, el alto costo de los insumos y la dificultad para drenar o desaguar la raíz y la harina. Las dificultades para comercializar la producción y el desempeño comercial desorganizado de los pocos intermediarios en la formación del precio de una bolsa de harina para el agricultor hacen que la fabricación de harina sea aún más atractiva. Junto con esto, el mercado de goma está bajo una fuerte presión por la importación de almidón de mandioca del sur de Brasil.
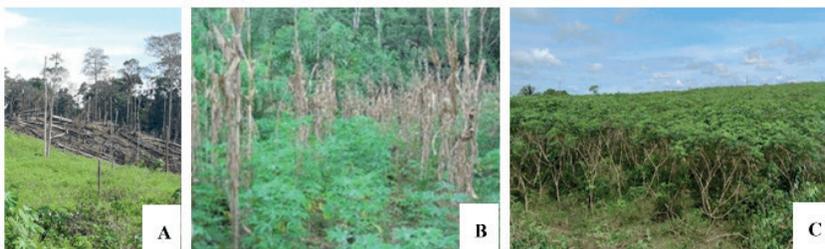
Figura 15.6. Aspectos del cultivo de mandioca en Acre. **A**: cultivo único en un área recientemente deforestada en Tarauacá; **B:** cultivo intercalado con maíz, y **C:** cultivo mecanizado de la cultivar *BRS Ribeitinha* en Xapuri.

Fotos: Amauri Siviero.

Existen grandes lagunas en los estudios de respuesta de variedades en Acre con respecto a la mecanización, la fertilización y la irrigación de mandioca. Actualmente, Acre ha organizado tímidamente la producción de mandioca con el apoyo de la mecanización del campo y la casa de harina por iniciativas gubernamentales o privadas.

Aunque la harina de mandioca de Cruzeiro do Sul ya ha logrado el sello de indicación geográfica, es necesario implementar otras iniciativas que agreguen más valor al producto. La prospección y el desarrollo de variedades de mandioca biofortificada, es decir, rica en carotenos, es otro desafío de investigación en Acre que debe de ser incentivado por el Estado. Se observa la presencia de variedades de mandioca de mesa biofortificada en varios pueblos indígenas y poblaciones locales.

La expansión y el manejo de la variabilidad genética de la mandioca en la Amazonía ocurren a través de diferentes mecanismos que varían según los contextos socioculturales, las presiones económicas y los procesos ecológicos de cada región. La conservación de los recursos genéticos, combinada con la explotación de variedades de mandioca son estrategias fundamentales para guiar las políticas de Acre y garantizar el mantenimiento de la diversidad de las cadenas productivas.

La importancia de conservar este germoplasma para Acre, Brasil y el mundo es innegable. El tema en estudio es transversal y requiere para su comprensión áreas agronómicas, etnológicas y otras de las ciencias sociales, como la antropología, la sociología y las relaciones entre la naturaleza humana. La implementación de políticas para la conservación del material de mandioca silvestre y cultivado a nivel local y nacional es necesaria para un mejor conocimiento del manejo tradicional de la agrobiodiversidad y su papel en los sistemas de producción.

REFERENCIAS

Boster, J. S. (1984) Classification, cultivation, and selection of Araguaruna cultivars of Manihot esculenta (Euphorbiaceae). Advances in Economic Botany 1:34-47.

Clement, C.R.; De Cristo-Araújo, M.; Coppens D'Eeckenbrugge, G.; Alves-Pereira, A.; Picanço-Rodrigues, D. (2010) Origin and domestication of native amazonian crops. Diversity 2:72-106.

Clement, C. R.; Rodrigues, D. P.; Alves-Pereira, A.; Santos, G. M.; de Cristo-Araújo, M.; Moreira, P. A.; Lins, J.; Reis, V. M. (2016) Crop domestication in the upper Madeira River basin. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas 11: 193-205.

Cortez, P.; Bianchini; F.; Muller, P.R.M. (2016) Agrobiodiversidade no Acre: um exemplo da agricultura dos Kaxinawá do Rio Humaitá. In: Siviero, A.; Ming, L.C.; Silveira, M.; Daly, D.C.; Wallace, R.H. (Orgs.) Etnobotânica e Botânica Econômica do Acre. Edufac, Rio Branco, pp.344-375.

EMBRAPA (1977) Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial de Rio Branco. Relatório semestral: julho/dezembro/77. Embrapa, Rio Branco.

EMBRAPA (1981) Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Territorial de Rio Branco. Relatório Técnico Anual da Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Rio Branco: 1979-1980. Embrapa-DID, Brasília.

Emperaire, L. (2002) A agrobiodiversidade em risco. O exemplo das mandiocas na Amazônia. Ciência Hoje 32(87):28-33.

Emperaire, L.; Mühlen, G.S.; Fleury, M.; Robert, T.; MCkey, D.; Pujol, B.; Elias, M. (2003) Approche comparative de la diversité génétique et de la diversité morphologique des maniocs en Amazonie (Brésil et Guyanes). Les Actes du BRG 4:247-267.

Emperaire, L.; Eloy, L.; Seixas, A.C. (2016) Redes e observatórios da agrobiodiversidade, como e para quem? Uma abordagem exploratória na região de Cruzeiro do Sul, Acre. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências humanas 11(1):159-192.

Haverroth, M.; Negreiros, P.R.M. (2011) Calendário agrícola, agrobiodiversidade e distribuição espacial de roçados Kulina (Madija), Alto Rio Envira, Acre, Brasil. Sitientibus. Série Ciências Biológicas 11:299-308.

Martins, P.S. (1994) Biodiversity and agriculture: patterns of domestication of Brazilian native plants species. Anais da Academia Brasileira de Ciências 66:219-226.

Martins, P.S. (2005) Dinâmica evolutiva em roças de caboclos amazônicos. Estudos Avançados 19(53):209-220.

Moura, G.M.; Cunha, E.T. (1998) BRS Panati e BRS Ribeirinha: novas cultivares de mandioca para o cultivo na microrregião do Alto Purus no estado do Acre. Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco (Comunicado Técnico, 86).

Olsen, K.M.; Schaal, B.A. (1999) Evidence on the origin of cassava: Phylogeography of Manihot esculenta. Proceedings of the National Academy of Sciences from the United States of America 96:5586-5591.

Pantoja Franco, M.C.P.; Almeida, M.B.; Conceição, M.G., Lima, E.C., Aquino, T.V.; Iglesias, M.P. (2002) Botar roçados. In: Cunha, M.C.; Almeida, M.W.B. (Orgs.) Enciclopédia da Floresta. O Alto Juruá: práticas e conhecimentos das populações. Cia das Letras, São Paulo, pp.249-283.

Pereira, A.A.; Clement, C.R.; Picanço-Rodrigues, D.; Veasey, E.A.; Dequigiovanni, G.; Ramos, S.L.F.; Pinheiro, J.B.; Zucchi, M. (2018) Patterns of nuclear and chloroplast genetic diversity and structure of manioc along major Brazilian Amazonian rivers. Annals of Botany 121(4):625-639.

Ritzinger, C.H.S.P. (1991) Caracterização botânica e agronômica de variedades de mandioca no Estado do Acre. EMBRAPA-CPAF/AC, Rio Branco. (Pesquisa em Andamento, 72).

Rogers, D.J. (1972) Some further considerations on the origin of Manihot esculenta Crantz. Tropical Root and Tuber Crops Newsletter, 6: 4-14.

Siviero, A.; Schott, B. (2011) Caracterização botânica e agronômica da coleção de mandioca da Embrapa Acre. Revista Raízes e Amidos Tropicais 7:31-41.

Siviero, A.; Haverroth, M. (2013) Caracterização de etnovariedades de mandioca da Terra Indígena Kaxinawa de Nova Olinda, Feijó, Acre, Brasil. In: Anais do XVII Congresso Brasileiro de Mandioca. Sociedade Brasileira de Mandioca, Paranavaí, 15, pp.234-239.

Siviero, A.; Souza, J.M.L.; Mendonça, H.A.; Alverga, P.P. (2005) BRS Caipora e BRS Colonial: cultivares de mandioca de mesa para o Acre. In: Anais do XI Congresso Brasileiro de Mandioca, Campo Grande. Ciência e tecnologia para a raiz do Brasil: anais. Embrapa Agropecuária Oeste, Dourados.

Siviero, A.; Campos Filho, M.D.; Cameli, A.C.S.; Oliveira, T.J.; Sa, C.P.; Lessa, L. (2007) Competição de cultivares de mandioca para farinha no vale do Juruá. In: Anais do XIII Congresso Brasileiro da Mandioca. SBM, Paranavaí, pp.34-37.

Siviero, A.; Pessoa, J.S.; Lessa, L.S. (2012) Avaliação de genótipos de mandioca na Reserva Extrativista Cazumbá Iracema, Acre. Revista Raízes e Amidos Tropicais 8:77-89.

Siviero, A.; Haverroth, M.; Freitas, R. R. (2017) Agrobiodiversidade e extrativismo entre moradores da Reserva Extrativista Cazumbá-Iracema. In: Bustamante, P.G.; Barbieri, R.L.; Santilli, J. (Orgs.) Agrobiodiversidade: coleção transição agroecológica. 3ed. Embrapa, Brasília, v. 3, pp. 399-434.

Siviero, A.; Oliveira, L.C.; Brito, E.S.; Klein, M.A.; Flores, P.S. (2018) Agrobiodiversidade de mandiocas do vale do Juruá. In: Anais do II Congresso Latino-americano de Mandioca, Congresso Brasileiro e Latino-americano de Mandioca. Sociedade Brasileira de Mandioca, Paranavaí, p. 434.

Velthem, L.H.; Katz, E. (2012) A ‘farinha especial’: fabricação e percepção de um produto da agricultura familiar no Vale do rio Juruá, Acre. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Humanas 7(2):435-456.

CAPÍTULO 16

LA FORMACIÓN DEL AGENTE AGROFORESTAL INDÍGENA Y EL MANEJO Y LA CONSERVACIÓN DE *PALHEIRAS* EN LAS TIERRAS INDÍGENAS EN ACRE

Aceptado: 03/11/2020

Ana Luiza Melgaço Ramalho
Bióloga (UFAM)
Máster en Práctica de Conservación de la Biodiversidad (CATIE/CR)
Consultora autónoma y consejera de la Comissão Pró-Índio do Acre
Rio Branco, Acre, Brasil

Renato Antonio Gavazzi
Geógrafo
Especialista en Agricultura Biodinámica
Máster em Geografia Física (USP)
Investigador del Grupo InterABio (UFAC)
Coordinador pedagógico del Programa de Formação de Agente Agroflorestal Indígena da Comissão Pró-Índio do Acre - CPI
Rio Branco, Acre, Brasil

Diversidad de palmeras. Ilustración: Arlindo Maia Kaxinawá.

CONTEXTO

La formación de un Agente Agroforestal Indígena (AAFI) para el manejo territorial y ambiental de las tierras indígenas es una acción educativa que ha tenido lugar en Acre desde 1996. En la formación de los AAFI, se consideran especialmente importantes la protección de las tierras indígenas y sus alrededores, el manejo, el uso y la conservación de los recursos naturales y agroforestales. El Programa de Gestión Territorial y Ambiental de la Comisión Proindígena de Acre (CPI-Acre) coordina esta capacitación, cuyo proyecto político pedagógico es reconocido por el Ministerio de Educación (MEC) y el Consejo de Educación del Estado (CEE-Acre).

La propuesta pedagógica para la formación de los AAFI está guiada por el principio de la educación intercultural, formulado y desarrollado en contextos indígenas en el país durante los últimos años. Para hacer posible este principio, se desarrollaron seis modalidades de acción pedagógica interrelacionadas: 1) Curso presencial, que se lleva a cabo en el Centro de Capacitación de los Pueblos del Bosque (CFPF)[1], una escuela ubicada en el área rural de la ciudad de Río Branco; 2) talleres itinerantes, realizados en tierras indígenas; 3)

1 Debido a que tiene su enfoque de capacitación en los alumnos para el manejo de los recursos agroforestales, el Centro de Formación de los Pueblos del Bosque dispone de varios modelos demostrativos que son implementados y manejados por estudiantes indígenas, como parte del proceso de formación y capacitación. El cultivo de *palheiras* para cubrir casas es una de las técnicas trabajadas de esta manera.

viaje de asesoramiento, que consiste en la visita de técnicos a las diferentes aldeas de las tierras indígenas para ayudar al trabajo de los AAFI con la comunidad; 4) red de intercambio, que es la realización, por agentes, de visitas e intercambios técnicos y culturales, para conocer experiencias similares en curso en Tierras Indígenas (TI) en Acre y otras regiones del país o el extranjero; 5) modelos demostrativos, que refieren a las fases de implantación en las comunidades de proyectos demostrativos de gestión agroforestal orientados a las acciones consistentes con los objetivos que se pretenden alcanzar; 6) investigación, generalmente enfocada en temas de interés para la acción de gestión ambiental. Son encuestas o inventarios sobre los recursos naturales de las tierras, con la clasificación por patrones lingüísticos y culturales de especies de fauna y flora amazónicas, y la elaboración de diagnósticos socioambientales, diarios de trabajo y monografías al final del curso (Monte, 2008).

Con base en diagnósticos socioambientales de la situación y el uso de recursos naturales en tierras indígenas, los Agentes Agroforestales han coordinado acciones prácticas dirigidas a la vigilancia de los límites de sus territorios, la gestión ambiental ecológicamente adecuada del bosque y la garantía de la seguridad alimentaria en las aldeas. Para lograr estos objetivos, los Agentes han implementado alternativas de producción y gestión agroforestales, como la construcción de viveros, la producción de plántulas, el enriquecimiento de graneros, la implementación de áreas de rozados, barbechos, senderos y quintas con la plantación de árboles frutales y especies de uso diario.

Los AAFI también se han centrado en la recuperación de áreas degradadas, con la ejecución de sistemas agroforestales de especies nativas y exóticas, el uso de técnicas biológicas para combatir las plagas, la implantación de jardines orgánicos, la construcción de presas manuales para la creación y el manejo de animales domésticos (aves) y silvestres (tortugas, peces y abejas nativas), además del manejo sostenible de palmeras para cubrir casas y árboles frutales en el bosque. También promueven la gestión sostenible de la caza, la pesca y otros recursos naturales esenciales para mantener la vida y la cultura de las sociedades indígenas en el estado. Trabajan en la reutilización y el reciclaje de madera para la fabricación de muebles y otros objetos de uso, y también la producción de esculturas de arte indígena contemporáneo.

Con más de dos décadas de trabajo, los AAFI actúan como mediadores de la gestión territorial y ambiental, provocan y estimulan los debates y la búsqueda de soluciones a los problemas socioambientales. Los AAFI de Acre juegan un papel importante con sus comunidades para crear conciencia entre los respectivos grupos sobre las condiciones socioambientales impuestas por la situación actual. También son actores importantes en la realización de debates y la implementación de prácticas para el manejo, el uso y la conservación de la agrobiodiversidad en las

TI y su entorno.

Junto con otros líderes tradicionales y profesionales, los AAFI asumieron un papel importante en la conducción de iniciativas que dialogan con la política de gestión territorial desarrollada por el Gobierno estatal, la sociedad civil y las organizaciones indígenas. Esta política cuenta con los Planes de Etnozonificación/ Etnomapeo y Planes de Manejo como herramientas importantes para diagnosticar, planificar e implementar acciones orientadas a fortalecer la producción agroforestal, la seguridad alimentaria y la vigilancia territorial en las comunidades, con el objetivo de la conservación de los bosques y la valorización cultural.

Desde el principio, la formación de los AAFI se ha centrado en la gestión ambiental de las TI y las formas de gestionar algunos recursos naturales que estaban bajo presión, principalmente debido al aumento de la población, el territorio limitado y los impactos del entorno. Se ha publicado mucho sobre la capacitación de estos profesionales, pero en este artículo elegimos centrarnos en un aspecto de esta capacitación: el manejo y la conservación de los recursos naturales, utilizando el cultivo y el uso de la paja como ejemplo.

Históricamente, los pueblos indígenas de la región amazónica han gestionado sus territorios, conservando los recursos naturales, manejando y diversificando los paisajes. Teniendo en cuenta los principios de la creación de la agrobiodiversidad amazónica y lo que nos señalan los estudios de ecología histórica, etnobiología y arqueología del paisaje, una parte importante de la selva amazónica es el resultado de la manipulación, el manejo y la modificación del medioambiente natural, resultado de la acción de actividades humanas históricas y prehistóricas. Llamadas «bosques culturales», estas áreas se caracterizan por la presencia de parches forestales dominados por una o unas pocas especies útiles favorecidas por actividades humanas a largo plazo.

Muchas especies dominantes en la selva amazónica son ampliamente utilizadas por los pueblos indígenas como recursos para alimentos, construcción, utensilios, artesanías y medicinas. Los expertos señalan que al menos 85 especies de árboles y palmeras fueron domesticadas en cierta medida durante la época precolombina (Clement, 1999; Levis y otros, 2017). Por esta razón, los paisajes y las plantas con diferentes grados de domesticación se consideran legados de las personas que habitaron la Amazonía mucho antes de la llegada de los colonizadores europeos, y juegan un papel importante en la subsistencia y la economía de las comunidades tradicionales de hoy.

En la Amazonía occidental, las comunidades indígenas y tradicionales llaman *palheiras* a las palmeras, un término probablemente utilizado debido a los múltiples usos de sus hojas, aunque también se usan raíces, semillas, frutas, tallo y corazón, lo que hace que estas plantas sean uno de los recursos naturales más utilizados

por estas comunidades. El uso de estos otros productos también es variado, desde artesanías para la fabricación de cestas, abanicos, faldas, sombreros y adornos, hasta la producción de utensilios como herramientas para el tejido tradicional, la construcción de pequeñas canoas, cuencos, arcos, flechas, palos, además de la extracción de aceites utilizados en la cocina y la medicina, y la recolección de palmitos y frutas para la alimentación. Sin embargo, el uso principal de las palmeras por las poblaciones indígenas de esta región se produce en las construcciones, con hojas empleadas para cubrir las casas, y el tronco para pisos y paredes.

Durante las actividades llevadas a cabo al comienzo del programa de capacitación de AAFI, se identificó la disminución en las especies y variedades de *palheiras* más utilizadas por las comunidades de varias TI en Acre. Con la crisis económica del caucho en la primera mitad de la década de 1990, muchas familias de diferentes TI que vivían en asentamientos en el centro del bosque optaron por emigrar a nuevos lugares ubicados a la orilla del río. En estas nuevas aldeas, el cultivo agrícola en tierra, la cría de animales domésticos y el uso de los recursos naturales se han intensificado. La consecuencia de esta nueva forma de asentamiento fue la intensificación de la tala de palmas para cubrir las casas, lo que resultó en una escasez del producto en las áreas cercanas a las aldeas.

En el pasado, la tala de palma era la técnica más común para obtener los recursos necesarios para las diversas aplicaciones ya mencionadas, pero el cambio en el patrón de ocupación y gestión territorial, asociado con el aumento de la población indígena, la aparición de nuevas aldeas y la expansión de las fronteras agrícolas y urbanas, hizo crecer el aumento de la demanda de recursos y la disminución de la cantidad de palmeras fue inevitable.

A través de procesos educativos, mecanismos e instrumentos de gestión que motivan a las comunidades indígenas a reflexionar, intervenir y dar posibles soluciones a los problemas socioambientales actuales, la educación intercultural promovida en la formación de los AAFI permite el fortalecimiento de las estrategias tradicionales de gestión territorial y ambiental en las TI. Es en este contexto que se trabajó en el uso, el manejo y la conservación de las palmeras en la formación de los AAFI, una experiencia que se presentará a continuación.

DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Al comienzo de sus actividades, en 1996, el programa de capacitación de los AAFI tenía como prioridad el manejo sostenible de la palmera para cubrir las casas. El cultivo de palmeras ha sido un tema de reflexión y práctica desde los primeros cursos, en el módulo de Ecología Indígena. El objetivo principal es alentar a los estudiantes a reflexionar sobre sus propios conocimientos y prácticas (anteriores a los cursos

de capacitación), y pensar en alternativas a problemas como la disminución de este recurso, como viene ocurriendo en muchas TI.

En los diferentes grupos que a lo largo de los años pasaron por el módulo de Ecología Indígena, se alentó a los AAFI a examinar las palmeras nativas de sus TI y describir la ecología de estas plantas, destacando cómo se usan y manejan. Otra actividad propuesta fue llevar a cabo un diagnóstico de la abundancia de palmares en las aldeas y TI. Finalmente, se promovieron diálogos y reflexiones sobre las diferentes formas de gestionarlos para revertir la situación de la actual o posible escasez del recurso. También se les pidió a los AAFI que escriban y dibujen sobre el uso cultural de las palmeras para su gente (Figura 16.1).

En las clases, siempre se intenta discutir los temas en los que trabajarán, alentando a los agentes a ejemplificar con hechos de su realidad. Esta suele ser una forma fructífera de hacerles comprender los temas, llegando a los conceptos a partir de sus vivencias. Esta metodología considera el conocimiento previo de los AAFI, sus modos culturales de cognición, que permiten la construcción de nuevos conocimientos y tecnologías, basados en los patrones socioculturales de cada uno de ellos como representantes de su gente.
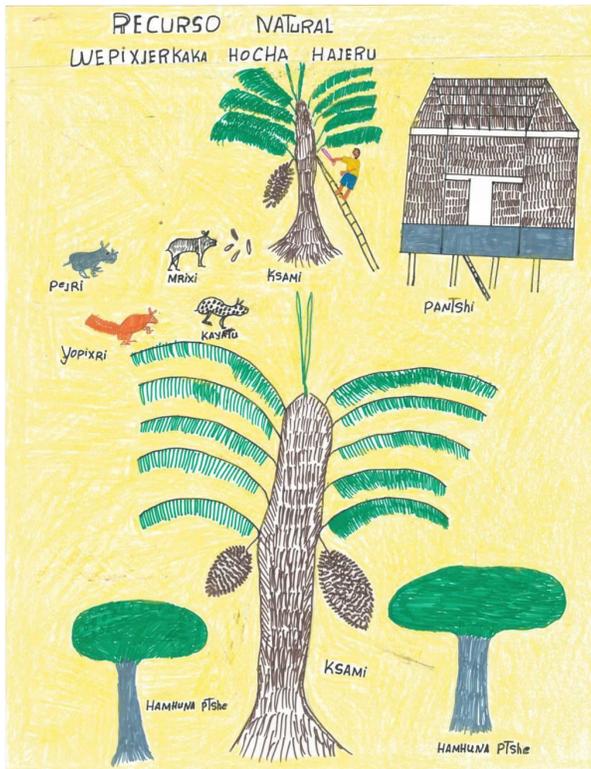
Figura 16.1. Usos y manejo de palmeras. Ilustración: Zezinho Morenho Manchineri.

La razón por la que se utilizó esta metodología, donde los AAFI son llamados a sistematizar y aplicar los conocimientos tradicionales en su entorno, antes y simultáneamente reflexionando sobre los contenidos, los conceptos y las técnicas del conocimiento científico occidental, además del conocimiento de otros pueblos locales, sobre el uso, la gestión y la conservación de los recursos naturales, es brindarles capacitación que los aliente a valorar y actuar en beneficio del entorno de las TI y la cultura de su gente. Estas respuestas se van construyendo teniendo en cuenta el repertorio empírico y de conocimientos de cada pueblo. Además, la interculturalidad y la intercientificidad presentes en las clases responden a los deseos que los jóvenes AAFI tienen de aprender y fortalecerse, valorando y expandiendo lo que saben, para que puedan actuar de acuerdo con los deseos y proyectos de cada comunidad.

Durante los cursos, además de las discusiones, las reflexiones y las sistematizaciones sobre el manejo de la palmera, los agentes realizaron, con los modelos demostrativos del CFPF, prácticas de gestión de la palmera para evitar la tala. Así, se llevaron a cabo todos los pasos para cubrir una casa, desde la extracción de paja con una escalera, una de las alternativas discutidas, hasta la cobertura con paja de uno de los establecimientos del centro de capacitación. En las clases prácticas, además del conocimiento del mediador de aprendizaje, también se consideraron las contribuciones de cada participante, de modo que todos ocuparan los lugares de aprendices y maestros. A su vez, el diálogo intercultural que brindan estos momentos da como resultado un intercambio de prácticas y conocimientos.

Como continuación de las actividades de los cursos presenciales, los AAFI se comprometieron a poner en práctica en sus pueblos y con sus comunidades el trabajo discutido durante los cursos. Y esto con el uso de sus propios modelos demostrativos, desarrollados en sus aldeas y también a través de reuniones con familias en las aldeas, clases y conferencias para jóvenes y niños en escuelas indígenas, charlas de sensibilización y uso de carteles didácticos sobre el tema, producidos durante los cursos presenciales.

Otra forma en la que también se trabaja son los intercambios entre AAFI de diferentes TI. Durante los viajes de asesoramiento, los asesores técnicos de CPI-Acre acompañan el trabajo del agente con su comunidad y guían la investigación y el monitoreo que llevan a cabo. Como parte de la actividad de investigación prevista en la estrategia de capacitación, los asesores del programa también sugieren que los estudiantes anoten en sus diarios de trabajo el uso y el manejo de la palmera, considerando, entre otros datos, la distancia desde los puntos de cosecha, las horas invertidas en la tarea, el destino de las hojas y el número de hojas manejadas. El objetivo es documentar y evaluar el manejo forestal, lo que, durante los cursos de capacitación y los viajes de asesoramiento, permitió ampliar el concepto de manejo

de la palmera.

RESULTADOS

Relevamiento de las *palheiras*, diagnóstico y análisis

Durante el proceso de capacitación se alentó a los AAFI a identificar, analizar, sistematizar, formular propuestas y difundir los diferentes recursos y conocimientos fortalecidos y construidos en los cursos presenciales, los intercambios, las asesorías y las investigaciones sobre el problema de la disminución de la cantidad de palmares en las aldeas.

Con el estudio de las palmeras, fue posible verificar la gran diversidad de este grupo de plantas, conocido y utilizado por los pueblos indígenas en Acre (Figura 16.2). En una encuesta realizada por representantes de 11 TI, la riqueza más baja encontrada en una TI fue de 20 tipos de palmeras útiles, y la más alta fue de 40 tipos de palmeras, considerando las especies y las variedades (Tabla 16.1).

Terra Indígena	Número de *palheiras* relevadas
Kaxinawa Rio Jordão	40
Kaxinawa Seringal Independência	38
Alto Rio Purus	33
Kaxinawa da Praia do Carapanã	33
Kampa do Rio Amônia	29
Kaxinawa do Baixo Rio Jordão	29
Kaxinawa da Colônia 27	24
Kaxinawa do Rio Humaitá	23
Água Preta	21
Kaxinawa do Igarapé do Caucho	20
Kaxinawa/ Ashaninka do Rio Breu	20

Tabla 16.1. Diversidad de palmeras por tierra indígena, Acre.

Incluso con esta gran diversidad de especies y variedades, solo cuatro son las hojas más utilizadas para techar casas, siendo estas las que estuvieron bajo mayor presión y, en consecuencia, las más amenazadas de escasez. La preferencia por una u otra especie puede variar debido a las especificidades del conocimiento ecológico de los diferentes pueblos, sus valores estéticos y los recursos vegetales disponibles en los diferentes ecosistemas (Vivan y otros, 2002). En la construcción, el techo se obtiene utilizando hojas de palma como la jarina (*Phytelephas macrocarpa*), la

uricuri (*Atallea phalerata*), la jaci (Atallea *butyracea*) y la coco (*Attalea tessmannii*).

Cosechar hojas es al menos equivalente a la defoliación parcial, dejando solo el ápice de la palma o, en una hipótesis menos sostenible, conduciendo a la tala de la palma. Por lo tanto, además de identificar y recuperar el conocimiento tradicional sobre los materiales utilizados en la construcción, el trabajo de los AAFI es pensar y actuar para que los recursos forestales puedan estar disponibles hoy, mañana y siempre. Con la verificación del crecimiento demográfico de los pueblos indígenas en el país, se deben desarrollar nuevas formas de gestión para que estos recursos también permanezcan cercanos y accesibles.

Figura 16.2. Diversidad de palmeras de TI Kaxinawa-Ashaninka de Rio Breu.
Ilustración: Aldemir Luiz Matheus Biná Kaxinawa.

En vista del diagnóstico realizado por los representantes de algunas TI, en el que se identificó la escasez de palmeras adecuadas para el techado de viviendas alrededor de muchas aldeas, el programa de capacitación de AAFI dio prioridad al énfasis en la gestión sostenible de las palmeras al comienzo de sus actividades. De esta manera, se alentó a los AAFI a analizar la situación y utilizar sus prácticas de gestión y conocimientos individuales y/o colectivos, proporcionando un diálogo entre culturas y saberes, entre los conocimientos de diferentes sociedades indígenas y también de la cultura occidental, en busca de posibles soluciones, como formas de gestión más sostenibles para las nuevas dinámicas de ocupación territorial y uso de los recursos. El resultado de esto fue la adopción de una forma de gestión que no

requiere la tala de palmeras, una práctica ya adoptada anteriormente por muchos pueblos.

Sistematización del conocimiento

La sistematización del conocimiento, el intercambio y el estudio del manejo y la conservación de las palmeras permitieron la identificación y el análisis de diferentes prácticas de cultivo de palmeras por parte de las comunidades indígenas. La participación de diferentes pueblos en los cursos de capacitación contribuyó mucho al diálogo intercultural y, entre los participantes, permitió reflexionar sobre las diferentes prácticas culturales dirigidas a la gestión de los recursos naturales. La intercientificidad, el proceso de intercambio de conocimientos tradicionales y occidentales, ayudó al programa a incorporar en sus prácticas el manejo tradicional de la palma de Manchineri, en el que la palmera no es talada (Figura 16.3).

Algunas de estas prácticas de gestión, como la de las palmeras, se intercambiaron entre los AAFI en las situaciones de interculturalidad propiciadas por los cursos de capacitación: se alentó a los que dominan cierto tipo de técnica de interés para la gestión a difundirla entre quienes no lo hacen. En la práctica, el programa de capacitación permitió y estimuló importantes intercambios de conocimiento y tecnología en ambas direcciones.

Figura 16.3. Manejo de paja.

Foto: Renato Gavazzi (1999).

Siembra y regeneración

Según lo registrado por los agentes en sus diarios, el manejo de las palmeras en áreas de rozado, huertas agroforestales y matorrales prevé la siembra y la regeneración de las plantas, lo que constituye una intensificación y una adaptación del manejo tradicional al contexto actual. Si ya existe una población joven de plantas en regeneración en el área de recolección de palmas, y si las matrices han sido identificadas para ser preservadas, el manejo también incluye la eventual tala de palmas viejas y muy altas. Estas (debido a su propia altura) ya son mucho más difíciles de manejar y, cuando se cortan, permitirán que la luz solar ingrese y abra el espacio para la regeneración del bosque. La regeneración natural, activa y pasiva, implica técnicas de bajo costo que vienen siendo aplicadas por los AAFI en áreas con alto y mediano potencial para esta práctica.

Después de descubrir las diferencias en los saberes ecológicos y agrícolas de cada pueblo y las diferentes regiones, es esencial comprender que actualmente existe un nuevo contexto en relación con los recursos alimentarios, lo que implica una intensificación del uso de la tierra y los recursos naturales. De la misma manera que las palmeras, la madera y otros recursos naturales también se demandan y manejan cada vez más, todas especies utilizadas en el gradiente que va desde el bosque hasta las tierras rozadas que tendrán una demanda creciente. Por lo tanto, otro gran desafío, que cabe a los agentes agroforestales y sus procesos de capacitación, es buscar e identificar en las prácticas agroforestales el equilibrio entre el aumento de la demanda y la capacidad de obtener el recurso natural deseado, de manera sostenible, dentro y alrededor de los límites de las tierras indígenas (Vivan y otros*,* 2002).

Monitoreo, evaluación y difusión de prácticas sostenibles

Los informes sistemáticos de las prácticas anuales de gestión de la palma por parte de todas las AAFI proporcionaron información para comparar las tecnologías tradicionales con otras gestiones, y evaluar las posibilidades que ofrecen recursos no madereros como las frutas. Dichas acciones se extendieron más tarde al manejo de otras especies de palmeras, como *paxiubinha* y/o *paxiubão* (Socratea *exorrhiza)*, utilizadas en la construcción de casas y que escasean en algunas comunidades indígenas. Este concepto de manejo también se extendió a las palmeras productoras de fruta como *açaí*, *bacaba* (*Oenocarpus bacaba*), *patoá* (*Oenocarpus bataua*), *buriti* (*Mauritia flexuosa*) y otras especies productoras, como *pama* (*Helicostylis tomentosa)*, *bacuri* (*Platonia insignis*), *genipap* (*Genipa americana*), etcétera, que antes se talaban para cosechar la fruta, y ahora se llevan a cabo experimentos de

plantación de palmeras como *paxiubão* y *paxiubinha*, además de la gestión de la regeneración natural de otras especies utilizadas en la construcción de casas de vivienda (Gavazzi, 2012).

Debido a su importancia estratégica, el manejo de las palmeras fue objeto de afiches didácticos escritos en lengua indígena y diseñados durante los cursos, como una forma de difundir esta práctica en las escuelas indígenas y entre las familias de las aldeas.

En general, el trabajo con las palmeras muestra que los Planes de Manejo Territorial y Ambiental (PGTA) no son solamente «cartas de intención», sino que sistematizan y difunden prácticas estimuladas por los docentes de los cursos de capacitación y por los AAFI en sus comunidades. Muchos de los PGTA de las TI en Acre tienen acuerdos para el manejo de palmeras, ya sea con el propósito de cubrir casas, como la construcción, la producción artesanal y la alimentación. En general, los acuerdos prevén la recolección de semillas y frutos de las palmeras sin cortarlas, así como la conservación de una matriz de semillas de las variedades de interés, además de la protección de especies útiles, asegurando el crecimiento y la regeneración.

El diagnóstico y el manejo de la palmera son pasos hacia la construcción de planes de gestión que permiten el uso racional de estos recursos por parte de las poblaciones de tierras indígenas. Por otro lado, la información sobre la ecología de las especies y los animales que se alimentan de ellas también es necesaria y profundamente conocida por los agentes. La caza es una parte básica de la dieta de los indígenas y existe una relación positiva entre los animales y las palmeras. Conservar y plantar palmeras, enriquecer las áreas rozadas, los campos y los patios es beneficioso para las comunidades, no solo por el uso directo que de ellas hacen los indios, sino también porque atraen animales de caza hacia las aldeas.

De esta manera, las comunidades indígenas continúan manipulando y manejando el ambiente en el que viven, llevando a cabo, con sus diferentes prácticas y preferencias culturales, en la interacción en procesos ecológicos naturales, intervenciones que con el tiempo continúan creando y recreando la agrobiodiversidad local. Así, el proceso de domesticación de muchas de las palmeras nativas, en diferentes niveles, resulta de esta familiaridad íntima y profunda de las sociedades indígenas con su entorno. De ahí la importancia de valorar y considerar el conocimiento y las técnicas que estas sociedades han acumulado a lo largo de los años para interactuar con el bosque.

REFERENCIAS

Clement, C.R. (1999) 1492 and the loss of Amazonian crop genetic resources. I. The relation between domestication and human population decline. Economic Botany 53:188-202.

Gavazzi, R.A. (2012) Agrofloresta e Cartografia Indígena: a gestão territorial e ambiental nas mãos dos Agentes Agroflorestais Indígenas do Acre. Tese (Mestrado em Geografia Física), Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Levis, C.; Costa, F.R.C.; Bongers, F.; Peña-Claros, M.; Clement, C.R.; Junqueira, A.B., y otros (2017) Persistent effects of pre-Columbian plant domestication on Amazonian forest composition. Science 355:925-931.

Monte, N. L. (Org.) (2008) Proposta Político-Pedagógica e Curricular de Formação Técnica Integrada à Educação Básica de Agentes Agroflorestais Indígenas do Acre, AAFIs. Escola do Centro de Formação dos Povos da Floresta - Comissão Pró-Índio do Acre, CPI-Acre - Associação do Movimento dos Agentes Agroflorestais Indígenas do Acre, AMAAI/AC, Rio Branco.

Vivan, J.; Monte, N.L.; Gavazzi, R.A. (2002) Implantação de tecnologias de manejo agroflorestal em terras indígenas do Acre. Ministério do Meio Ambiente, Projeto demonstrativo PD/A, Comissão Pró-Índio do Acre, Brasília.

CAPÍTULO 17

GUARDIANES DE SEMILLAS CRIOLLAS Y MEDIACIÓN SOCIAL: LA CONSTRUCCIÓN DE COLABORACIONES PARA LA CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD

Aceptado: 03/11/2020

Viviane Camejo Pereira
Bióloga
Máster y doctora en Desarrollo Rural (PGDR/UFRGS)
Profesora de la Universidad Federal de Paraná
Matinhos, Paraná, Brasil

Michele Laffayett de Campos
Bióloga
Doctora en Desarollo Rural de la Universidad Federal do Rio Grande do Sul
Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Fábio Dal Soglio
Ingeniero agrónomo
Doctor en Fitopatología
Profesor colaborador del Programa de Posgrado en Desarrollo Rural
Profesor titular jubilado de la Universidad Federal de Rio Grande do Sul
Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

Este capítulo presenta reflexiones preliminares a partir de los resultados de la investigación de doctorado de Pereira (2017) en la que fue incluido el caso de Ibarama; y la investigación de doctorado de la segunda autora, iniciada en 2015, sobre el caso de los *Guardiões das Sementes da Paixão* en Paraíba, ambas en el área de desarrollo rural.

INTRODUCCIÓN

Este capítulo tiene como objetivo brindar reflexiones sobre la contribución de la mediación social a la conservación de la agrobiodiversidad. Esta reflexión es necesaria pues con frecuencia en estudios recientes sobre guardianes de semillas criollas se ha destacado el papel de las diversas instituciones que actúan como socios en la conservación de las variedades criollas[1]. En este trabajo, se analizan dos casos empíricos en Brasil, uno en el sur, la asociación de *Guardiões das Sementes Crioulas* en Ibarama, Rio Grande do Sul, y el otro en el noreste del país, los *Guardiões das Sementes da Paixão* del Polo de Borborema, Paraíba.

En este estudio, los actores sociales que median la relación entre los agricultores guardianes de semillas criollas y otros actores sociales fuera de las organizaciones de los agricultores guardianes se denominan mediadores. Los criadores de semillas criollas son agricultores reconocidos públicamente por su trabajo de conservación de la agrobiodiversidad. Estos pueden actuar individual o colectivamente, organizados en asociaciones de tutores. De acuerdo con Bevilaqua y otros (2016), el agricultor guardián «trae consigo la vocación de poseer una gran cantidad de cultivares, así como la forma de hacer la selección de plantas, desde la perspectiva de su sistema de producción, de acuerdo con sus preferencias y

1 Una caracterización de las instituciones depende de cada caso, sin embargo, podemos citar algunos ejemplos como colaboraciones que involucran la asistencia técnica y extensión rural, las organizaciones de la sociedad civil, las instituciones religiosas, los movimientos sociales, las universidades y las instituciones de investigación.

condiciones locales de clima y suelo».

Los mediadores sociales pueden ser organizaciones no gubernamentales, asociaciones de agricultores, extensión rural e instituciones de investigación tecnológica, empresas, universidades, iglesias, EMATER, EMBRAPA, sindicatos, líderes comunitarios, etcétera (Deponti y Almeida, 2008). Según Medeiros y Marques (2012), los agentes de desarrollo no siempre son conscientes del papel del mediador. La legitimación del papel de portavoz ejercido por el mediador o mediadores a menudo se debe al rol que tienen como comunicadores del lenguaje científico y las políticas públicas y, al mismo tiempo, del conocimiento popular y las necesidades del público objetivo de estas políticas. Por lo tanto, los mediadores sociales se mueven entre diferentes universos, conectándolos a través del proceso de mediación social. Neves (2008) destaca la perspectiva temporal de las relaciones de mediación, siempre provisionales y transitorias. El papel del mediador social no siempre es estable, es decir, no siempre lo ejerce el mismo actor social, puede variar según el contexto o la necesidad específica. La mediación social es un proceso importante en las comunidades rurales, ya que en algunos casos son los mediadores los que facilitan la relación de los agricultores con otras instituciones, externas a la comunidad rural, como las organizaciones gubernamentales, bancarias y de la sociedad civil, que ayudan a acceder a las políticas y los proyectos.

Para la organización de este capítulo, dividimos el texto en cinco partes, además de esta introducción. La primera sección tratará el concepto de mediación social, los mediadores y sus características. En la segunda sección, se presentará la mediación social en los procesos de conservación de la agrobiodiversidad, centrándose en el contexto de los *Guardiões das Sementes Crioulas* en Ibarama, RS, y en el Polo Borborema, PB. Luego, un breve análisis sobre la importancia de la mediación social para la conservación de la agrobiodiversidad. En la cuarta sección, se presentarán algunos de los potenciales y desafíos para la continuidad de las asociaciones. Finalmente, las consideraciones finales.

MEDIACIÓN SOCIAL

El concepto de mediación social tiene varias definiciones y dimensiones analíticas. Con los años, una extensión del concepto ha sido llevada a cabo por varios campos de conocimiento, debido a su alcance y complejidad. La mediación social se refiere al proceso de interconexión de diferentes universos sociales, ya que es un proceso de efervescencia de relaciones consolidadas e infinitamente diluidas entre actores sociales (Neves, 2008; Ros y Nussbaumer, 2011).

El proceso de mediación social y el papel de los agentes de desarrollo como mediadores sociales son análisis importantes en el contexto del desarrollo rural.

La mediación social como proceso fue analizada por Deponti y Almeida (2008), Pinheiro y Almeida (2011), y Medeiros y Marques (2012). Deponti y Almeida (2008), y Medeiros y Marques (2012) afirman la necesidad de considerar la diversidad del conocimiento involucrado, así como las cuestiones inherentes al poder implicado en la relación entre los agricultores y los mediadores en los procesos de mediación social. En algunos casos, los mediadores también son quienes dominan el lenguaje y los espacios públicos que los agricultores reclaman. Como con cualquier relación de poder, puede haber algunas tensiones entre las perspectivas de los extensionistas, los técnicos e los investigadores y las expectativas de los agricultores. En tales casos, la construcción del conocimiento es un proceso importante para dar forma a las prácticas, que no siempre son consensuadas. Pinheiro y Almeida (2011), que estudian la mediación social en los procesos de desarrollo rural en Rio Grande do Sul, enfatizan que es importante reflexionar sobre las «diferentes cosmovisiones y formas de conocimiento» en el proceso de mediación social. Para Deponti y Almeida (2008), la mediación puede entenderse como un conjunto de saberes, ideas, valores, creencias, conocimientos, modos de comportamiento y visiones del mundo que se transmiten con el objetivo de construir nuevas posiciones e identidades. La mediación está anclada en el reconocimiento del *know-how* por parte de los mediados, y en el intercambio de conocimientos técnicos o científicos con los mediadores.

En los procesos de mediación social, los actores tienen atributos y habilidades específicas capaces de colocar universos distantes en comunicación. Por lo tanto, la definición más habitual del concepto de mediación social es que es una modalidad de discurso en el espacio social, por parte de actores, grupos o segmentos, con el propósito de organizar y reclamar intereses colectivos en los que el mediador será el puente entre grupos sociales y representantes del Estado, instituciones, organizaciones sociales y otros (Neves, 2008). El mediador social desempeña el papel de facilitador del acceso a recursos materiales y simbólicos para grupos mediados, promoviendo la construcción de un consenso colectivo sobre una causa, movilizando, para ello, diversas formas de desarrollos y acciones. Dotados de poder de posicionamiento, los mediadores pueden transformar ideas y referencias en prácticas y derechos sociales (Rech, 2017). Para Oliveira (2011), la noción de mediación social permite capturar las estrategias de alianzas que las personas construyen para lograr mejoras y posiciones en contextos inciertos, visualizando procesos de cambio social. Por lo tanto, el concepto puede verse como revelador de una dinámica compleja en la que los actores ubicados en diferentes posiciones sociales interactúan en la construcción de una nueva realidad.

Los mediadores también son actores importantes desde el punto de vista político, ya que ayudan a establecer la relación entre los agricultores, y entre ellos y los agentes externos a la comunidad. El papel de los mediadores puede variar

sustancialmente, no hay prescripción ni un perfil profesional específico para esta función. Además, estos no son procesos puramente objetivos, unidireccionales, cada grupo de mediación puede actuar y dar diferentes respuestas a procesos similares. La mediación social también depende de factores metodológicos y de las especificidades de los contextos en los que opera. En los procesos de mediación social, se generan vínculos de interdependencia, es decir, relaciones sociales que se constituyen y construyen en el tiempo, basadas en el intercambio de bienes materiales y simbólicos que generan vínculos, expectativas y obligaciones.

LA MEDIACIÓN SOCIAL EN LOS PROCESOS DE CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD

En esta sección se presentarán elementos de mediación social en los casos de la *Associação dos Guardiões das Sementes Crioulas* de Ibarama y los *Guardiões das Sementes da Paixão* del Polo Borborema. En la región sur de Brasil, en Ibarama, RS, un trabajador de extensión rural, asistido por su equipo, en el momento de la investigación, cumplió el papel de mediador con los agricultores guardianes de semillas criollas. La centralidad del extensionista en la mediación social se debió a sus décadas de trabajo en la región, y muchos de los guardianes de semillas de allí consideraron que su trabajo y el del equipo de extensión rural del municipio eran importantes y motivadores para la continuidad del trabajo de los custodios. En este sentido, el mediador jugó un papel importante en ayudar a los guardianes a acceder a proyectos y políticas públicas, conduciendo el diálogo entre los agricultores guardianes y las personas externas, como investigadores e interesados en estudiar el tema de las semillas criollas y los guardianes de semillas, y también trabajando para la continuidad de los proyectos.

Como en otras partes de Brasil, en el municipio de Ibarama, en las décadas de 1960 y 1970, hubo un proceso de pérdida de agrobiodiversidad por el reemplazo que algunos agricultores hicieron de semillas criollas por semillas híbridas. A partir de esto, actores sociales como líderes religiosos, extensionistas rurales, técnicos e investigadores construyeron espacios con agricultores para alentar el rescate de variedades criollas. En la década de 1990, la Oficina municipal de la agencia de asistencia técnica y extensión rural continuó el proceso de rescate de variedades criollas, y en 1998, con el Plan Piloto de Agricultura Ecológica, comenzó a alentar el proceso de rescate y multiplicación con miras a la organización de agricultores (Vielmo, 2003). En 2002, comenzaron los días de intercambio de semillas criollas (Kaufmann y otros, 2016, Vielmo, 2003). Los agricultores atribuyen a la asistencia técnica del municipio la motivación inicial para el proceso de organización y formalización de la Asociación Criolla de Guardianes de Semillas.

Kaufmann y otros (2016), al analizar el caso de la *Associação de Guardiões das Sementes Crioulas* de Ibarama, destacan la importancia del apoyo institucional para la consolidación de la asociación. Muniz y otros (2015), en el mismo caso, pero en el contexto de mantener la experiencia, analizaron la contribución de la integración entre la universidad, la asistencia técnica y la extensión rural y la asociación de agricultores para la construcción de actividades que contribuyan a la conservación de las semillas criollas. Los autores concluyeron que la participación de la Universidad junto con la *Associação de Guardiões das Sementes Crioulas* y EMATER-RS/ASCAR desde 2010, con la celebración de los Seminarios de Agrobiodiversidad iniciados en 2011, contribuyeron al aumento del público y la comercialización directa de semillas criollas y productos derivados.

En la región noreste, en el Polo da Borborema en Paraíba, los procesos de mediación social dirigidos a la conservación de semillas criollas tampoco son recientes. Inicialmente, la mediación social en esta región tenía como objetivo superar la sequía y la escasez de semillas para los agricultores. El proceso de rescate de semillas criollas comenzó a mediados de la década de 1970, con las Comunidades Eclesiales de Base (CEB), vinculadas a la Iglesia católica, que inició la organización de los bancos de semillas criollas. La sequía de la década de 1990 llevó al colapso de los bancos de semillas; durante ese periodo, las semillas puestas a disposición por los programas sociales del Gobierno se plantaron y se perdieron sucesivamente, las existencias prácticamente se agotaron. Este momento de crisis en las existencias de semillas fomentó los procesos de alianzas y las movilizaciones entre actores e instituciones, así como la creación de nuevas instituciones y redes, como, por ejemplo, la *Articulação Semiárido Brasileiro* (ASA), para intervenir en el programa de semillas y fortalecer las reivindicaciones para que el Gobierno dejara de basarse en políticas de emergencia y comenzara a invertir en acciones más estructuradas que tuvieran como objetivo principal la coexistencia con el semiárido. En 1995, el Gobierno, en campaña contra el hambre en el noreste, incluyó una política de bancos de semillas y comenzó a reconocer esta estructura de gestión. En esta coyuntura, los actores sociales intensificaron la demanda de que las semillas fueran todas criollas de la región, y que debía finalizar la entrega de semillas provenientes de los centros de investigación a los bancos.

En el estudio de Londres (2014), la autora señala que el estado de Paraíba es una excepción en la implementación de la política de semillas, ya que la distribución de semillas no se produjo a través de estructuras oficiales con la mediación de los ayuntamientos ni la asistencia técnica local. La distribución de semillas y las estrategias de manejo involucraron un proceso de mediación social. Participaron aproximadamente 76 entidades, entre ellas ONG, sindicatos de trabajadores rurales, asociaciones de agricultores guardianes, etcétera. La creación de espacios con

más participación social es una característica importante que ayudó a remodelar los procesos de mediación social en esta región.

La mediación social es un proceso que ha demostrado ser importante en la identificación de los agricultores guardianes de semillas criollas y la continuidad de la actividad. El proceso de mediación social a menudo comenzó décadas atrás, desde el momento en que los extensionistas, técnicos o agentes de ONG propusieron ayudar a la organización de los agricultores. En muchos casos, estos procesos comenzaron en condiciones donde la comunicación y el transporte de personas eran difíciles. Entonces, los mediadores a menudo asumieron un papel crucial en la comunicación entre los agricultores, y entre ellos y las instituciones, ya que en muchos casos fue difícil para las instituciones de la ciudad acudir a los agricultores, y viceversa.

LA IMPORTANCIA DE LA MEDIACIÓN SOCIAL PARA LA CONSERVACIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD

Mostraremos aquí elementos que refuerzan la importancia de las asociaciones entre agricultores y mediadores sociales para la conservación de la agrobiodiversidad. En Ibarama, RS, la mediación social juega un papel importante en el apoyo a la organización de agricultores en la *Associação de Guardiões das Sementes Crioulas*. Los técnicos y los extensionistas rurales visitaron a los tutores, lo que se consideró significativo para la comunicación. Actualmente, los agricultores tienen un teléfono celular, aunque la señal de la antena es escasa, y algunos también tienen teléfonos fijos. Además, hasta el final de la investigación, parte de las familias tenía señal de internet y participación en las redes sociales. La mejora en el flujo de comunicación entre los agricultores, y entre ellos y los actores externos, ha contribuido al fortalecimiento de sus actividades y la valorización del trabajo de conservación de la agrobiodiversidad llevado a cabo por ellos.

La mediación social ha ayudado al acceso a políticas públicas y la organización de actividades para la promoción de semillas criollas y el trabajo de los guardianes, como los días de intercambio de semillas criollas en el municipio. El trabajo de extensión rural con mujeres contribuyó a la promoción del rescate de la biodiversidad y el intercambio de recetas de productos criollos. La valorización de la agrobiodiversidad y la integración de tutores con actores externos al municipio, así como otras asociaciones de guardianes, universidades e instituciones de investigación, colaboran para fortalecer los procesos de transición agroecológica y de agricultura ecológica.

En el Polo da Borborema, PB, la mediación social para la conservación de semillas criollas tiene algunas especificidades. La participación de los actores sociales en la agroecología es notable. Uno de los objetivos de la mediación

social en esta región es fomentar los sistemas de producción agroecológicos y dar visibilidad política a los *Guardiões das Sementes da Paixão*. Otra característica es el esfuerzo de los mediadores para articular la conservación de las semillas criollas con programas que movilizan tecnologías sociales para la convivencia con el semiárido, como los reservorios (cisternas). Existe un compromiso, por parte de los mediadores y guardianes, con las formas organizativas y de gestión de los bancos de semillas. Estos actores participan en espacios sociales para debates y construcción de conocimiento, celebrando reuniones de planificación y referencias. Los guardianes y mediadores de diferentes instituciones informan que antes los proyectos eran preparados por técnicos y profesionales de estas instituciones y llevados listos a los tutores, y que hoy se han producido muchos cambios en esta dirección. Actualmente, los tutores participan activamente en la construcción y la elaboración de proyectos, objetivos y planificación. Las demandas de los guardianes se tienen en cuenta y se insertan en los espacios sociales para el debate y las resoluciones colectivas.

Es importante mencionar que en Paraíba existen los Bancos de Semillas Familiares, los Bancos de Semillas Comunitarios y el Banco Madre de Semillas (*Banco Mãe de Sementes*). Cada estructura implica un tipo de organización y gestión, la primera más familiar y local, y las otras más interconectadas a proyectos de ONG, asociaciones, programas sociales y políticas públicas. Estas estructuras son manejadas por los guardianes con el apoyo de varias entidades y el Estado. Estos bancos, además de proporcionar seguridad a los agricultores, son elementos fundamentales en algunos programas y acciones de redes que están involucradas en educación, investigación, extensión rural y comercialización. Hubo un aumento significativo en las colaboraciones institucionales con los guardianes de semillas para eventos, tales como cursos de mejoramiento participativo de variedades criollas, reuniones de canjes de semillas e intercambio de experiencias entre guardianes y mediadores sociales, reuniones para sistematizar experiencias y comunicarlas a la sociedad, organización de la Fiesta Estadual de Semillas *da Paixão*, sistematización de demandas y planificación de nuevas acciones. Todo esto se sumó al esfuerzo de inclusión y los mecanismos que dan visibilidad a los guardianes para exponer la importancia de estos actores sociales en la conservación de la agrobiodiversidad. Además, en Paraíba, el tema de las semillas criollas está relacionado en gran medida con los cambios sociales destinados a la inclusión y los derechos de las mujeres y los jóvenes en el campo. Por lo tanto, en los espacios de mediación social, las mujeres han alcanzado un protagonismo especial, promoviendo acciones como la *Marcha das Margaridas* y campañas sobre género.

La suma de esfuerzos contribuye a garantizar los derechos de los agricultores para la conservación de semillas criollas entre técnicos, investigadores y guardianes,

y resulta en debates y prácticas sociales que apuntan a la seguridad alimentaria y nutricional, la conservación de los recursos genéticos y los ingresos para las familias, el acceso a mercados, así como una mayor agrobiodiversidad. Todo esto también se reflejó en la sucesión rural. Muchos jóvenes participan en estos procesos y comienzan a ver posibilidades de permanecer en el campo en condiciones dignas y rentables.

Dentro del contexto evidenciado en este capítulo, también es necesario resaltar que ha habido un aumento de nuevos profesionales capacitados en agroecología. En Paraíba, la enseñanza de la agroecología ya está presente en instituciones técnicas y de educación superior. Estos nuevos profesionales se insertan cada vez más en la dinámica de conservación de la agrobiodiversidad, dando a estas prácticas sociales nuevos desarrollos en el contexto de la agroecología.

En el caso de los *Guardiões das Sementes Crioulas* de Ibarama y los *Guardiões das Sementes da Paixão* del Polo da Borborema, los procesos de mediación social configurados por los diversos actores sociales involucrados en la conservación de la agrobiodiversidad se centran en la tradición familiar en autonomía social y productiva, fortaleciendo las prácticas de intercambio y reciprocidad. También es importante mencionar que estos procesos están, sobre todo, relacionados con la dinámica de la producción de alimentos saludables y con una preocupación considerable por la salud de los agricultores y los consumidores.

La unión de estas visiones para fortalecer la conservación de la agrobiodiversidad puede interpretarse como un catalizador para los procesos de transición agroecológica, ya que no todos los guardianes tienen sistemas de producción con base ecológica. En este sentido, los guardianes son un público potencial para los procesos de transición agroecológica, principalmente para la creación de conocimiento y conciencia ambiental junto con extensionistas, técnicos e investigadores.

ALGUNAS POTENCIALIDADES Y DESAFÍOS

A partir de las reflexiones aportadas, se perciben muchas potencialidades y algunos desafíos para la continuidad en los proyectos para la conservación de las semillas criollas en el contexto de la mediación social. Existe el potencial de proyectos integrados con la colaboración entre asistencia técnica y extensión rural, investigadores y agricultores para la conservación de semillas criollas. En estos proyectos existe la integración de los diferentes actores con sus experiencias y expectativas. En este sentido, la investigación participativa es vista como un potencial para los procesos de construcción de conocimiento. Desde los enfoques participativos, los agricultores y otros actores sociales involucrados en la conservación

de la agrobiodiversidad se convierten en protagonistas de los procesos, actuando desde la formulación de la investigación, su ejecución y evaluación. Para Dal Soglio (2017), la investigación participativa en agroecología «produce soluciones de fácil acceso y bajo costo, promoviendo la autonomía, equidad y sostenibilidad de los agroecosistemas».

El tema de la comunicación y el acceso a la información también es importante. El acceso a la red telefónica y la internet parece ser uno de los elementos importantes para la construcción del papel de los agricultores. En el caso de Ibarama, los agricultores gradualmente obtuvieron acceso a las redes sociales; en Paraíba, el acceso a internet es muy fuerte. Los agricultores tienen un programa de radio, realizan videos y tienen un blog del Polo da Borborema, también hay un canal para experimentar con los agricultores en una plataforma para compartir videos. En Paraíba incluso hay algunos grupos en aplicaciones de mensajería instantánea para la comunicación entre guardianes, y en estos grupos los actores pueden organizar intercambios de semillas y compartir información.

En Ibarama, la migración de jóvenes a la ciudad parece ser un desafío para la continuidad de las actividades de los guardianes. Según Cassol (2013, p.64), el estímulo de las organizaciones de niños, *Guardiões Mirins*, se debe a la preocupación de los guardianes por «la sucesión de sus conocimientos y técnicas tradicionales» relacionados con el mantenimiento de semillas criollas, la protección del medio ambiente y la salud. Este proyecto tiene como objetivo compartir el aprendizaje entre los guardianes más experimentados y los más jóvenes.

En Paraíba, muchos jóvenes del campo que participan o no en la conservación de semillas criollas se especializan en agroecología. Hay espacios sociales para la juventud. En los talleres de la *Festa das Sementes da Paixão* hubo espacios para que los guardianes mayores enseñaran a los más jóvenes. La continuación de las prácticas de conservación social es una preocupación de las instituciones y los guardianes mayores, y es por eso que ha habido un gran incentivo para que los jóvenes participen, tengan voz y desempeño en los espacios sociales. Asimismo, los jóvenes participan en la producción de noticias en el campo. En Paraíba, ponen en marcha la producción de miel ecológica, contribuyen al trabajo de los padres en la venta en ferias, dando otras caras a los circuitos de comercialización; están involucrados en la creación de *fubá* y *cuscuz da Paixão*, que son productos derivados de variedades criollas.

CONSIDERACIONES FINALES

Los actores sociales tomaron el espacio de la mediación social como un espacio de comunicación en la construcción del conocimiento, la formación de

argumentos, la fusión de horizontes, alianzas y redes de movilización y colaboración. Es necesario analizar los efectos prácticos del proceso de mediación social. Esto significa no pensar en el espacio de mediación como algo que solo consiste en discursos, relaciones de poder e intenciones, sino también en cómo esta constitución favorece los procesos de los agricultores.

En el estudio en Paraíba, algunos de los mediadores sociales fomentan la adopción y producción por parte de los agricultores de especies llamadas «carismáticas». Sin embargo, muchos estudiosos cuestionan esta preferencia por ciertas especies, ya que a menudo se puede observar una mayor concentración de semillas de maíz, frijoles y habas, y calabaza. Es importante alentar la diversificación e incluso el conocimiento y el consumo de especies no convencionales, como las plantas alimentarias no convencionales (PANC).

En el caso del estudio en Ibarama, la diversificación ha sido importante para la seguridad alimentaria y nutricional de las familias, contribuyendo a los niveles de autoconsumo de alimentos. Los altos niveles de agrobiodiversidad contribuyen a facilitar el acceso, la disponibilidad y la mejora de la calidad de los alimentos con un alto valor nutricional.

También destaca la importancia de conservar especies no destinadas al consumo humano, pero que trabajan para mejorar el suelo en las unidades de producción. Estas plantas tienen varios usos y pueden realizar funciones de abono verde y protección del suelo. Además, hay plantas medicinales que a veces quedan relegadas a planes de conservación secundarios, como resultado de posibles desacuerdos en los procesos de mediación socio-técnica. Estos desajustes pueden ser signos de divergencias en las percepciones de los actores sociales con respecto a la agrobiodiversidad, las semillas criollas y la agroecología.

Los agricultores que actúan como custodios de las semillas criollas eligen diferentes estrategias de conservación de acuerdo con sus intereses, repertorios culturales y formas de vida, que a menudo son diferentes de los mediadores agroecológicos. La identificación y el análisis de las experiencias de los guardianes de las semillas criollas son esenciales para la construcción del conocimiento agroecológico y la conservación de la agrobiodiversidad. A su vez, el apoyo y el estímulo de los procesos de mediación social mencionados en este capítulo se consideran claves para la organización y la viabilidad de estas experiencias.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a CAPES y CNPQ. Agradecemos el apoyo de las asociaciones de guardianes de semillas criollas y extensión rural de los municipios y estados de Rio Grande do Sul y Paraíba, y de los participantes de los estudios involucrados en este capítulo.

REFERENCIAS

Bevilaqua, G.A.P.; Pinheiro, R.A.; Schiavon, J.S.; Antunes, I.F. (2016) Agricultores guardiões: semillas para uma agricultura sustentável e alimentação de qualidade. In: Anais do 11º Congresso da Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, Pelotas.

Cassol, K.P. (2013) Construindo a autonomia: o caso da associação dos guardiões das semillas Crioulas de Ibarama/RS. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-graduação em Geografia e Geociências, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Dal Soglio, F.K. (2017) Princípios e aplicações da pesquisa participativa em agroecologia. Redes 22(2):116-136.

Deponti, M.C; Almeida, J. (2008) Sobre o processo de mediação social nos projetos de desenvolvimento: uma reflexão teórica. In: Anais do 46º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia Administração e Sociologia Rural, Rio Branco.

Kaufmann, M.P.; Reiniger, L.R.S.; Wizniewsky, J.G.; Muniz, M.F.B. (2016) Resgate e conservação da agrobiodiversidade crioula em Ibarama-RS: estratégias de manutenção. Revista Extensão Rural 23(4):66-78.

Londres, F. (2014) As semillas da paixão e as políticas de distribuição de semillas na Paraíba. AS-PTA, Rio de Janeiro.

Medeiros, M.; Marques, F.C. (2012) Dois mundos, duas linguagens: os processos de mediação social e a diversidade de conhecimentos na construção de projetos para o desenvolvimento rural. Revista Interthesis 9(1):243-259.

Muniz, M.F.B.; Vielmo, G.R.R.; Reiniger, L.R.S.; Kaufmann, M.P.; Somavilla, I. (2015) Os seminários da agrobiodiversidade crioula em Ibarama, Brasil. In: V Congresso Latinoamericano de Agroecologia, La Plata, Argentina.

Neves, D.P. (2008) Mediação social e mediadores políticos. In: Neves, D.P. (Ed.) Desenvolvimento social e mediadores políticos. Editora da UFRGS, Porto Alegre, pp. 21-44.

Oliveira, V.L. (2011) A construção do sujeito ecologista e os processos de mediação e resistência. In: Nussbaumer, B.; Ros, C.C. (Eds.). Mediadores sociales: en la producción de prácticas y sentidos de la política pública. Fundacíon CICCUS, Buenos Aires.

Pinheiro, P. dos S.; Almeida, J. (2011) Mediação social e projetos de desenvolvimento rural no sul do Rio Grande do Sul, Brasil. Sociedad Hoy 21:41-54.

Ros, C.C; Nussbaumer, B. (2011) Trayectoria conceptual de la mediación social: expedicionarios, patrones, políticos y profesionales técnicos en la interconexión y producción de mundos de significados. Ros, C.C.; Nussbaumer, B. (Eds.) Mediadores sociales: En la producción de prácticas y sentidos de la política pública. CICCUS, Buenos Aires, pp.17-68.

Rech, C. (2017) Mediação social: uma revisão sobre o conceito. Revista Eletrônica Interações Sociais 1(1):87-105.

Vielmo, G. (2003) Resgate de semente de milho crioulo em Ibarama, 2003. Agroecologia em Rede. Disponível em: http://agroecologiaemrede.org.br/experiencias.php?experiencia=464. Acceso em: 10/junho/2019.

SOBRE LOS ORGANIZADORES

NATÁLIA CAROLINA DE ALMEIDA SILVA - Ingeniera agrónoma, doctora en Recursos Genéticos Vegetales, investigadora del Grupo InterABio, profesora asociada en la Universidad Tecnológica del Uruguay, Durazno, Uruguay.

FLAVIANE MALAQUIAS COSTA - Ingeniera agrónoma, máster en Recursos Genéticos Vegetales, doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas, investigadora del Grupo InterABio, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil.

RAFAEL VIDAL - Ingeniero agrónomo, doctor en Recursos Genéticos Vegetales, investigador del Grupo InterABio y del Laboratorio de Fitotecnia del Departamento de Biología Vegetal, profesor adjunto de la Facultad de Agronomía, Universidad de la Republica, Montevideo, Uruguay.

ELIZABETH ANN VEASEY - Ingeniera agrónoma, doctora en Genética y Mejoramiento de Plantas, investigadora del Grupo InterABio, profesora asociada de la Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidad de São Paulo, Piracicaba, São Paulo, Brasil.